

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Мішкольцький університет (Угорщина)
Магдебурзький університет (Німеччина)
Петрошанський університет (Румунія)
Познанська політехніка (Польща)
Софійський університет (Болгарія)

Ministry of Education and Science of Ukraine
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute»
University of Miskolc (Hungary)
Magdeburg University (Germany)
Petrosani University (Romania)
Poznan Polytechnic University (Poland)
Sofia University (Bulgaria)

**ІНФОРМАЦІЙНІ
ТЕХНОЛОГІЇ:
НАУКА, ТЕХНІКА,
ТЕХНОЛОГІЯ, ОСВІТА,
ЗДОРОВ'Я**

Наукове видання

Тези доповідей
**XXV МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ
MicroCAD-2017**

**У чотирьох частинах
Ч. II.**

Харків 2017

**INFORMATION
TECHNOLOGIES:
SCIENCE, ENGINEERING,
TECHNOLOGY, EDUCATION,
HEALTH**

Scientific publication

Abstracts
**XXV INTERNATIONAL
SCIENTIFIC-PRACTICAL
CONFERENCE
MicroCAD-2017**

**The four parts
P. II.**

Kharkiv 2017

ББК 73
I 57
УДК 002

Голова конференції: Сокол Є.І. (Україна).

Співголови конференції: Торма А. (Угорщина), Раду С. М. (Румунія), Стракелян Й. (Німеччина), Лодиговські Т., Шмідт Я. (Польща), Герджиков А. (Болгарія).

Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXV міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2017, 17-19 травня 2017р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – 346 с.

Подано тези доповідей науково-практичної конференції MicroCAD-2017 за теоретичними та практичними результатами наукових досліджень і розробок, які виконані викладачами вищої школи, науковими співробітниками, аспірантами, студентами, фахівцями різних організацій і підприємств.

Для викладачів, наукових працівників, аспірантів, студентів, фахівців.

Тези доповідей відтворені з авторських оригіналів.

ISSN 2222-2944

ББК 73
© Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
2017

ЗМІСТ

Секція 6. Нові матеріали, комп'ютерна графіка та сучасні технології обробки металів	4
Секція 7. Комп'ютерні технології у фізико-технічних дослідженнях	71
Секція 8. Мікропроцесорна техніка в автоматичній та приладобудуванні	112
Секція 9. Електромеханічне та електричне перетворення енергії	154
Секція 10. Сучасні інформаційні та енергозберігаючі технології в енергетиці	181
Секція 11. Рішення поліваріантних задач у хімічній технології	262
Секція 12. Удосконалення технології органічних речовин, переробки горючих копалин і продуктів харчування	288

СЕКЦИЯ 6. НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ, КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА ТА СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ

РАЗРАБОТКА НОВОГО ДИСПЕРСИОННО-ТВЕРДЕЮЩЕГО СПЛАВА НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА

Ахмед Сундус Мохаммед, Акимов О.В., Костик Е.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Процессы распада пересыщенных твердых растворов и выделения избыточных фаз занимают особое место среди других фазовых превращений, поскольку именно эти процессы происходят во время заключительных операций термической обработки, формирующих особые свойства сплавов. Большой интерес представляет процесс упрочнения – дисперсионное твердение. Особенность процессов распада твердых растворов во многих сплавах – разнообразие продуктов распада и структурных состояний. Таким образом, разработка новых дисперсионно-твердеющих сплавов на основе железа и изучение их свойств является актуальным вопросом [1].

Целью данной работы является разработка нового дисперсионно-твердеющего сплава на основе железа.

Материалом для исследования является новый дисперсионно-твердеющий сплав на основе железа [2].

Исследования микроструктуры исследуемого сплава на основе железа подтвердили наличие дисперсных частиц. Наибольшее их скопление наблюдается по границам субзерен и зерен. В теле зерна наличие дисперсных частиц сводится к минимуму.

Показано, что с увеличением количества дисперсных частиц существенно меняется соотношение содержания железа и хрома, что связано с выделением карбидов хрома в процессе старения стали.

Изучение элементного состава позволило сделать вывод, что содержание химических элементов в исследуемой стали существенно изменяется в зависимости от их расположения в теле зерна или по границам зерен.

Таким образом, исследования показали, что в теле зерна существенно преобладает железная матрица и содержание таких легирующих элементов, как марганец и никель.

Литература:

1. Акимов О. В. Влияние термической обработки на свойства нового сплава на основе железа / О. В. Акимов, С. М. Нури Ахмед // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – Т. 6. – №. 11 (78). – С. 35-40. DOI: 10.15587/1729-4061.2015.56370.
2. Ахмед С. М. Исследование дисперсионного твердения сплава на основе железа / С. М. Ахмед, О. В. Акимов, Е. А. Костик // Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2016. – № 42 (1214). – С. 11-16. DOI: 10.20998/2413-4295.2016.42.02

ДИСПЕРГИРОВАНИЕ ЗЕРЕННОЙ СТРУКТУРЫ СПЛАВОВ Fe–W ПОЛУЧЕННЫХ В ВАКУУМЕ

Бармин А. Е.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Известно [1], что вольфрам является эффективным карбидообразующим легирующим элементом для углеродистой стали. Вместе с тем в литературе встречаются противоречивые данные о характере взаимодействия между вольфрамом и железом, что обусловлено наличием в сталях углерода, других легирующих элементов и многочисленных неконтролируемых примесей. Такой многокомпонентный состав сплава приводит к вуалированию истинной картины взаимодействия железо - легирующий компонент. Поэтому данной проблематике уделяется достаточно большое внимание [2-4], которое усиливается в последнее время в связи с разработкой наноструктурных материалов.

Материалом исследования были сплавы железа, легированные вольфрамом. Образцы сплавов Fe, Fe-W были получены в одинаковых технологических условиях методом сплавления в вакууме (степень вакуума $\sim 10^{-5}$ мм. рт. ст.). Все отливки кристаллизовались с одинаковыми степенями переохлаждения. Для минимизации влияния вредных примесей на экспериментальные результаты, при получении этих сплавов использовали компоненты вакуумной переплавки высокой чистоты $\sim 99,97\%$. В работе исследовались и сравнивались четыре типа образцов с малым количеством легирующего элемента $\sim 0,5$; 1,0 и 1,5 ат. %.

Металлографический анализ во всем исследованном концентрационном интервале не выявил в структуре наличие второй фазы, исходная структура сплавов является однофазной, что также подтверждается рентгеновским фазовым анализом.

Было установлено, что введение вольфрама приводит к кардинальным изменениям в строении зеренной структуры сплавов, а именно к снижению среднего размера зерна, зерна становятся правильной полиэдрической формы и уже не наблюдается разнотерности.

Таким образом, в работе было показано, что вольфрам оказывает эффективное модифицирующее влияние на структуру чистого железа.

Литература:

1. Гольдштейн М. И. Специальные стали. Учебник для вузов. / М.И. Гольдштейн, С.В. Грачев, Ю.Г. Векслер. – М.: Металлургия, 1985. 408 с.
2. Braunovic M.D. On the phenomenon of grain-boundary hardening in iron / M.D. Braunovic, C.W. Howarth // J. Mater. Sci., 1974, vol. 9, pp. 809–820.
3. Liua B. Effects of alloying elements (Mn, Co, Al, W, Sn, B, C and S) on biodegradability and in vitro biocompatibility of pure iron / B. Liua, Y.F. Zheng // Acta Biomater., 2011, vol. 7, pp.1407–1420.
4. Barmin A.E. Modifying Effect of Tungsten on Vacuum Condensates of Iron / A.E. Barmin, O.V. Sobol', A.I. Zubkov, L.A. Mal'tseva// The Physics of Metals and Metallography, 2015, Vol. 116, No. 7, pp. 706–710.

ОКИСНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ В АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВАХ ПРИ ЛИТЬЕ ПОД НИЗКИМ ДАВЛЕНИЕМ

Белик Н.Н., Пономаренко О.И.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Одним из основных дефектов отливок из алюминиевых сплавов, получаемых литьем под низким давлением (ЛНД), являются окисные включения.

Окисные включения возникают в процессе получения алюминиевых сплавов, если поверхность металла не покрыта флюсом, а также в связи с тем, что в тигле всегда остается часть недоиспользованного сплава с частицами плен, находящихся во взвешенном состоянии. Когда в тигель доливают свежие порции сплава, то окисленная пленка в сплаве дробится и частицы плен остаются в свежем расплаве.

Существует несколько способов борьбы с окисными включениями.

Наилучшим способом является замена тигля или слив остатков сплава в изложницу и очистка стенок тигля от пленок. Однако при этом теряется часть расплава.

Перспективным методом является рафинирование сплава. Для очистки алюминиевых сплавов применяют рафинирование хлоридами, флюсами, а также продувку инертными и активными газами. Наряду с рафинированием можно также применять вакуумирование. Оптимальная продолжительность вакуумирования составляет 15-20 мин при давлении 133,3 Па. Вакуумная дегазация при ЛНД не требует сложного дополнительного оборудования, так как в каждой литейной машине уже имеется герметичная камера.

Наиболее эффективным методом является фильтрация сплава. На входе в металлопровод в нижней части металлопровода помещается сменный фильтр, состоящий из двух дисков, желательно из листового титана, с отверстием диаметром 5...6 мм. Между дисками находится смесь из магнезитовой, хромомагнезитовой и корундовой крошки с размером частиц 5-10 мм. Толщина слоя смеси зависит от желаемой степени фильтрации. На входе в полость формы можно применять фильтр из стеклоткани с ячейками 0,6 мм

Удаление окисных плен из металла позволяет значительно повысить качество отливок.

Литература:

1. Родионов Е. М. Технология литья под низким давлением / Е. М. Родионов—М.: НИИмаш, 1984. — 56с.

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ СИСТЕМЫ

Бережной В.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Инженерная компьютерная графика является одной из наиболее интенсивно развивающихся отраслей технических знаний. Современные CAD-подсистемы, входящие в состав интегрированных CAD/CAM/CAE-систем и системы твердотельного параметрического моделирования механических объектов, отражающие последние достижения инженерной компьютерной графики, представляют собой наиболее важные разработки в области новых технологий по автоматизации деятельности инженеров, конструкторов и технологов. В последние годы роль САПР в решении задач разработки и выпуска новых изделий еще более возросла, системы продолжали совершенствоваться, становясь при этом все более доступными для широкого круга пользователей. Освоение любой САПР, ориентированной на машиностроение и приборостроение, начинается со знакомства с CAD-системой. Итак, попробуем разобраться какой продукт выбрать для машиностроительной области Компас-3D или SolidWorks?

Система КОМПАС-3D предназначена для создания трехмерных параметрических моделей деталей и последующего полуавтоматического выполнения их рабочих чертежей, содержащих все необходимые виды, разрезы и сечения. Система ориентирована на формирование моделей изделий, содержащих как типичные, так и нестандартные конструктивные элементы. За КОМПАС: полная поддержка стандартов ЕСКД; для 2D чертежей лучше всех аналогов; большие библиотеки стандартных деталей; менее требователен к машинным ресурсам.

Система SolidWorks предназначена для создания твердотельных параметрических моделей деталей и последующего полуавтоматического выполнения их рабочих чертежей, содержащих все необходимые типы изображений. Для SolidWorks разработан ряд расчётных приложений, таких как CosmosWorks, CosmosMotion и др. При разработке функций и интерфейса SolidWorks учитывались приемы работы, свойственные машиностроительному проектированию. За SolidWorks: система 3D моделирования совершенней, позволяет проектировать более сложные изделия; лучшая параметризация и связь модели и чертежа, размеры ведут себя адекватно и при изменении модели перемещаются автоматом вместе с геометрией детали.

Но в целом, не стоит очень категорично относиться к этим программам, лучше комбинировать и применять их по ситуации. Допустим, если вы делаете простые детали и сборки, где много стандартизированных узлов, вы делаете большой объем чертежей, то здесь подойдет Компас. Если же работаете над созданием деталей со сложной геометрией и качество трехмерки у вас на первом плане, то лучше и быстрее ее будет изготовить с помощью Solidworks.

ПРОЕКТУВАННЯ ТА ДИЗАЙН ІНТЕРФЕЙСУ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ ПЕРЕГЛЯДУ РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ В НТУ «ХПІ»

Бєляєва П.А., Шеліхова І.Б.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

У наш час ринок різноманітних додатків та програм розвивається надзвичайно динамічно, а отже і зростає конкуренція між компаніями-розробниками. Як виділити свій продукт серед багатьох інших аналогів? Перш за все – зробити його інтерфейс простим та приємним у користуванні.

Ідентифікувати ціль відвідувачів та сприяти її досягненню через взаємодію з веб-інтерфейсом — це основна мета маркетологів та веб-дизайнерів. Існують різноманітні елементи інформаційної архітектури, які впливають на зручність користування, тобто юзабіліті (usability), доцільність (desirability) та надійність (reliability) ресурсу. Найчастіше із схожих термінів можна почути «інтерфейс користувача» (User interface, UI) та «досвід користувача» (User eXperience, UX).

Ці два фактори, які відносяться до будь-якого веб-ресурсу або додатку, не можна назвати рівнозначними. Вони поділяють увесь процес розробки інтерфейсу на дві частини – UX (формування стратегії та вимог, створення інформаційної архітектури та прототипів) та UI (створення візуального дизайну).

Дана робота розкриває процес створення інтерфейсу, на прикладі редизайну існуючого мобільного додатку для перегляду розкладу занять в НТУ «ХПІ».

Старий інтерфейс додатку складний та інтуїтивно не дуже зрозумілий. Це одна з причин, чому на даний момент цей продукт не користується популярністю серед студентів. Тому необхідно було переосмислити цілі та обмеження проекту, створити концептуальну модель у вигляді прототипу на основі задач користувача.

Після проектування структури, була створена візуальна частина додатку, яка включає вибір кольорів, шрифтів, зображень, створення анімації. Візуальний дизайн створювався відповідно до брендового стилю НТУ «ХПІ».

В кінці розробки будь-якого продукту важливу частину займає тестування та збір відгуків від потенційних користувачів. Це допомагає виявити недоліки проектування та виправити їх до початку написання коду проекту.

Отже, створення користувацького інтерфейсу – це термін, який неможливо охопити одразу; це процес, який потребує інтуїції. Для досягнення успіху необхідно багато часу та зусиль, щоб провести усі необхідні тести та виправдати очікування вимогливої аудиторії.

МИКРОДУГОВОЕ ОКСИДИРОВАНИЕ МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Белозеров В.В., Махатилова А.И., Соболев О.В., Субботин А.В.,
Субботина В.В.

*Национальный политехнический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Приведены исследования структуры и свойств покрытий на магниевом сплаве, сформированных микродуговой обработкой при анодно-катодном режиме в щелочном электролите с различными добавками. Показана возможность формирования кристаллических оксидных покрытий разного фазового состава толщиной до 300 мкм, обладающих высокой адгезией с основой, защитными свойствами и высокой твердостью.

Целью настоящей работы является изучение закономерностей формирования МДО-покрытий и поиск эффективных составов электролитов и режимов электролиза для формирования покрытий с высокими защитными свойствами на Mg-сплавах.

Микродуговой обработке подвергался литейный магниевый сплав (Mg – 9 % Al – 0,7% Zn – 0,3 % Mn). Обработка проводилась в анодно-катодном режиме на установке с источником питания конденсаторного типа в щелочном электролите с добавлением неорганических соединений. Длительность обработки варьировалась от 5 до 120 минут при плотности тока 20 – 40 А/дм².

Устойчиво процесс МДО в режиме микродуговых разрядов реализуется в многокомпонентных электролитах, содержащие растворы щелочи (KOH или NaOH), силиката натрия Na₂SiO₃, алюмината натрия NaAlO₂, гексаметафосфата натрия Na₅P₃O₁₀.

Установлено, что основными фазами являются MgO, MgAl₂O₄, Mg₂SiO₄, Mg₃(PO₄)₂, наличие которых в покрытии определяется составом электролита и параметрами электролиза. При этом твердость покрытий составляет 2000-6000 МПа, что в 3-10 раз выше твердости основы (HV = 600 МПа). С увеличением содержания шпинели MgAl₂O₄ твердость увеличивается.

Анализ полученных результатов показал, что защитные свойства покрытия зависят от его фазового состава. Так, наличие в покрытии шпинели MgAl₂O₄ наряду с MgO увеличивает защитные свойства покрытия. Этот результат можно объяснить тем, что наличие шпинели в покрытии увеличивает удельный объем покрытия по отношению к основе (соотношение удельного объема MgO и объема шпинели MgAl₂O₄ к объему Mg составляет 0,79 и 2,83 соответственно). Увеличение удельного объема покрытия по отношению к основе обуславливает возникновение сжимающих напряжений в покрытии и, как следствие, способствует формированию более сплошных оксидных пленок.

ЛІКВІДАЦІЯ НЕЗЛИВУ ЧАВУННИХ ВИЛИВКІВ

Бескоровайний О.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Найбільш поширений в даний час ливарний дефект, такий як незлив (неспай), являє собою наскрізну або поверхневу, із закругленими краями, щілину або заглиблення в тілі виливки, утворені незлившимися потоками передчасно застиглого металу. Розташування дефекту незлив утворюються в тих частинах виливки, які віддалені від живильників, тому що розплав надходить в них сильно охолодженим, з окисленої і забрудненою поверхнею. Залежно від конструкції виливки та умов її заливки неспай можуть мати розрізну форму.

Одним з найважливіших факторів виникнення неспая є низька рідкотекучість металу і швидкість його заливки. Температура рідкотекучести чавуну залежить від його складу, середньої товщини стінки виливка і найбільшого шляху проходження металу по горизонталі від живильників до протилежного краю виливки. Для ліквідації незливів через недостатню рідкотекучість розплаву чавуну були зроблені наступні кроки:

- набирали в ківш метал, який мав температуру на 50-70 °С більшу, ніж потрібно для заливки;

- температура розплаву в будь-якому місці форми в процесі заливки була вище температури нульової рідкотекучесті, при якій потік металу може зупинитися. Температура заливки тонкостінних (до 10 мм) конструкційних виливків була не нижче 1380 °С. Швидкість заливки брали на 2-3 кг/с вище нормальної;

- скоротили шлях руху металу від живильників за допомогою підведення живильників з двох протилежних сторін виливки.

Низька температура металу, який заливаємо, сприяє появі неспая в литві. Підведення металу здійснювався з протилежного боку від виниклого дефекту. При підвищенні температури металу неспай не з'являвся.

Таким чином, для отримання якісного литва дуже важливими є температура заливаємого чавуну і вагова швидкість заливки. Це продиктовано конструкцією виробу та технологією їх виготовлення і вимагає індивідуального підходу до температури і швидкості заливання металу. Наприклад, для ліквідації газових раковин потрібна підвищена температура чавуну і знижена швидкість заливки, а для ліквідації неспая – підвищені температура і швидкість заливки (в середньому на 10-15 % від розрахункової).

Так само встановлено, що для ліквідації дефектів, таких як неспай, недолив, ужимина і ряду інших, переважно тонкостінні частини великогабаритних виливків розташовувати в нижній частині напівформи в горизонтальному, вертикальному або похилому положенні.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЧАТКОВИХ СТАДІЙ РОСТУ ГРАФЕНОВОГО ПОКРИТТЯ НА МІДІ

Біжан К.С., Колупасєв І.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

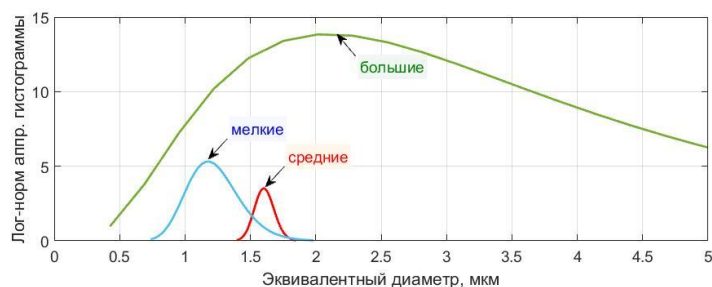
Зразки графенових шарів на мідній підкладці отримані за допомогою CVD-технології газової суміші метану, водню и аргону. Оптична мікроскопія в поєднанні з комп'ютерною обробкою зображень використовується для оцінки кінетики росту областей графена. Ріст полиграфенового покриття на початкових стадіях, як передбачається, є визначним фактором при оптимізації технологічного процесу. Проведений статистичний аналіз морфології полиграфенового покриття для порівняння елементів структури полиграфенових шарів в залежності від часу експозиції.

Зразками, що безпосередньо досліджені, були фрагменти мідної фольги з графеновим покриттям, яке нанесене в еквівалентних технологічних умовах і відрізнялись лише часом експозиції, починаючи з найменших. В результаті проведення оптичної металографії була отримана серія зображень, які проходили комп'ютерну обробку за методикою, що була випробувана раніше [1]. В таблиці 1 наданий приклад будови покриття на проміжній стадії росту (1).

Таблиця 1. Морфологія графенових осередків на мідній поверхні.



(1)



(2)

експозиція 20 хв., x500

статистика трьох груп острівців графену

Проведений статистичний аналіз еквівалентного розміру системи острівців графена виходячи з моделі трьох груп елементів будови покриття. Результат наданий в таблиці 1, (2).

Із аналізу попередніх даних (таблиця 1) можна сформулювати декілька наступних положень, які визначатимуть подальші дослідження. Острівці графена утворюються з рівною вірогідністю на границях зерен міді і в межах площини зерна. Острівці мають витягнуту форму і переважний напрямком. Разом з великими за розміром острівцями спостерігаються малі, при цьому проміжні розміри не спостерігаються. Деякі острівці графена, що утворюється, мають помітну порожнечу всередині.

Література:

1. Kolupaev I.N., Sobol V.O. The use of multithreshold cross sections for the image analysis of the microstructure surface//Journal of Nano- and Electronic Physics, 2015, v. Vol. 7 No 4, 04027(9pp)

ОСОБЛИВОСТІ БОРОТЬБИ З НЕДОЛИВОМ

Бойко Г.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Одним з найбільш поширених дефектів у ливарному виробництві є недолив, який представляє собою дефект виливки, виражений у відсутності її частини, що розташована, головним чином, у верхній по заливці зоні або в місцях, найбільш віддалених від живильників.

Метою даної роботи є вивчення особливостей методів боротьби з недоливом.

Однією з найбільш поширених причин утворення недоливу у ливарному виробництві може бути недостатні температури і рідкотекучість металу. Поліпшити заповнюваність форми можна підвищенням температури чавуну до 1380 °С, але при цьому треба стежити за появою інших дефектів, наприклад, усадкових раковин.

Рідкотекучість чавуну можна збільшити шляхом наближення його вуглецевого еквівалента $C_{ек}$ до евтектоїдного, тобто до 4,3 %.

Одночасно можна підвищити вміст фосфору. Однак у цьому випадку треба стежити за можливим зниженням механічних властивостей чавуну і появою схильності до утворення тріщин.

Для забезпечення необхідної температури в ківші, набирають метал, що має температуру на 50-70 градусів більшу, ніж треба для заливки.

В даній роботі встановлено, що при нещільному приляганні напівформ, викликаному їх недостатнім скріпленням чи просіданням однією з напівформ, можливе витікання металу з форми.

Для того, щоб попередити підйом верхньої півформи при заливці, виробляють скріплення напівформ за допомогою вантажа, болтів, штирів з клинами, скоб та ін. В умовах конвеєрного або автоматизованого виробництва ця операція здійснюється шляхом механізованого навантаження форм. Нещільність прилягання півформ не повинна перевищувати 1 мм.

Експериментально встановлено, що для запобігання витікання металу за роз'ємом також треба стежити за розмірами форми від стінки опоки до моделі. Встановлено, що для дрібних виливків цей розмір дорівнює 20-30 мм, для середніх – 50-75 мм, для великих – 125-175 мм.

Таким чином, розглянуто та детально вивчено особливості методів боротьби з недоливом.

ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛЯНЫХ СТЕРЖНЕЙ

Борисенко С.В., Пономаренко О.І.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

В современных условиях развития литейного производства для получения в тонкостенных отливках внутренних полостей и поднутрений используются легко удаляемые соляные стержни. Одним из достоинств соляных стержней является то что их не надо выбивать, иными словами их легко можно удалить из готовой детали. К таким стержням предъявляют следующие требования. Они должны обладать хорошей прочностью на изгиб, прочностью на сжатие, иметь хорошую жидкотекучесть, малую усадку, формировать качественную поверхность отливки.

Для исследования свойств стержней применяются стандартные методики. Так, например, прочность на сжатие производят по ГОСТ 23409.7-78. Определение прочности на изгиб соляных стержней проводилось на универсальном приборе для испытания стержневых и формовочных смесей. В результате исследования литых соляных стержней было установлено, что большинство обладают низкой прочностью на изгиб. Стержни на основе хлористых солей обладают очень низкой прочностью в пределах 0,25...0,35 МПа. Солекерамические спеченные стержни на основе хлорида натрия отличались повышенной прочностью. Прочность литых солекерамических стержней находится в пределах 1,6...5,9 МПа. [1]

Все стержни на основе солей с высокой температурой плавления имеют усадку 2...2,5%. Усадка влияет на получение стержней с высокой геометрической точностью. Для уменьшения усадки в составы предложено вводить пластификаторы – маршалит в количестве до 20%.

Исследование жидкотекучести соляных составов оценивается с помощью специальной U – образной пробы. Установлено, что соляные составы характеризуются хорошей жидкотекучестью.

Для определения шероховатости поверхности используют оптико-механический профилограф, который позволяет оценивать профиль образца в большом диапазоне шероховатостей. Шероховатость соляных стержней $Ra = 0,16 \cdot 10^{-6}$.

Исследования показывают, что лучшими механическими свойствами обладают солекерамические стержни на основе хлорида натрия.

Литература:

1. Иванова Л.А. Процессы формирования сложнопрофильных отливок // Л.А. Иванова, А.А. Бондарь // Одес. нац. политех. университет. – Одесса: Полиграф, -2006, -128с.

ЗМІЦНЕННЯ ЮВЕЛІРНОГО ІНСТРУМЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ ТЕРМОФРИКЦІЙНОЇ ОБРОБКИ (ТФО)

Волков О.О., Прасок Б.Л., Якунін В.А.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У наш час розвиток специфічних виробництв, таких як ювелірна галузь промисловості, вимагає більш детального підходу в питаннях створення та експлуатації відповідного інструмента. Інструментальні матеріали, незалежно від їх хімічного складу та способу виробництва, призначені, переважно, для використання в якості ріжучого інструменту, повинні мати твердість, що перевищує твердість матеріалів що оброблюються, високу зносостійкість, червоностійкість, контактну міцність у поєднанні із достатньою пластичністю. Однак не всі інструментальні матеріали мають однаково високі фізико-механічні властивості. Вони змінюються залежно від хімічного складу, структурного стану, від умов взаємодії інструментального матеріалу з матеріалом деталі, що оброблюється в процесі різання та стійкості матеріалу при підвищених температурах.

У цьому зв'язку проводилося дослідження особливостей зміцнення робочої частини ювелірного інструмента – штихель, що представлений на рис. 1.



Рисунок 1 – Штихель для гравірування

У роботі розглянута технологія зміцнення гравірувального штихеля із сталі У7 за допомогою (ТФО). Авторами запропонований і використаний удосконалений технологічний комплекс термофрикційної обробки ювелірного інструмента із плоскими поверхнями. Результати експериментальний досліджень представлені в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати зміцнення штихеля при ТФО

Схема обробки	Вихідна твердість зразка штихеля, МПа	Твердість зміцненого шару, МПа	Глибина зміцнення, мкм	Температура розігрівання поверхні, °C	Час роботи до затуплення ріжучої кромки, г		Збільшення ресурсу, рази
					Без ТФО	Після ТФО	
Гартування + відпуск + ТФО + відпуск	6 000	12 300	500	1050	14	42	2,9

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА СТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ СТАЛІ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ШВИДКОСТІ НАГРІВАННЯ ПРИ ВІДПУСКУ

Вуєць О.Є., Григор'єва С.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Вивчення загальних закономірностей і механізмів фазових і структурних перетворень в сталях при швидкісному (індукційному, контактному, лазерному і т.д.) нагріванні дозволили вирішити ряд практичних завдань зміцнюючої термообробки виробів як поверхневої (при збереженні структури серцевини виробу), так і по всьому перетину.

Великий інтерес представляє використання відпуску з високими швидкостями нагрівання (більше ніж 100 °C/c) при термообробці великогабаритних деталей і виробів складної конфігурації з концентраторами напружень з метою поліпшення механічних і експлуатаційних властивостей.

Метою роботи було дослідження впливу швидкісного відпуску струмами високої частоти (СВЧ) на структуру і механічні властивості сталей.

Термічна обробка полягала в загартуванні СВЧ і подальшого відпуску з різними швидкостями нагрівання (пічного відпуску – $V_{\text{нагр}} \approx 0,1$ °C/c і відпуску СВЧ – $V_{\text{нагр}} \approx 400-1000$ °C/c). Були проведені структурні дослідження і механічні випробування (на розтяг, ударний згин, а також визначення зносостійкості поверхневого шару) зразків.

Результатами механічних випробувань встановлено, що при однаковій твердості міцносні характеристики (σ_b , $\sigma_{0,2}$, $\sigma_{\text{упр}}$), ударна в'язкість (КСУ) і зносостійкість після короткочасного швидкісного відпуску з нагріванням СВЧ вище, ніж після об'ємного пічного відпуску. При цьому характеристики пластичності (δ , Ψ) залишаються приблизно на однаковому рівні. Виконані структурні дослідження показали, що в результаті високої швидкості нагріву в сталі формується високодисперсний стан продуктів розпаду при відпуску з меншим розміром областей когерентного розсіювання α -фази, яка обумовлює такі високі показники механічних властивостей.

Результати проведених досліджень показали, що при отриманні однакової твердості після відпуску з різними швидкостями нагрівання більш високі механічні та експлуатаційні властивості матеріалів досягнуті при застосуванні високошвидкісного відпуску СВЧ. Все це, в поєднанні з достатньою універсалізацією обладнання і зниженням енерговитрат при обробці дозволяє широко впроваджувати даний метод термообробки сталей в промисловість.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИК ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПАРОПРОВОДОВ

Глушко А.В., Вершков А.А., Пипенко Р.Ю.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Изучение изменений структуры сварных соединений паропроводов, длительно эксплуатируемых в условиях ползучести, необходимо для уменьшения повреждаемости и повышения стабильности структуры сварных соединений. Является важной задачей обеспечить наибольшую стабильность структуры сварных соединений в процессе длительной эксплуатации. Выявлено, что металл сварных соединений паропроводов имеет свои особенности и определяется структурной, химической и механической неоднородностью, образование которой обусловлено сварочным нагревом при их изготовлении. Именно неоднородность в условиях длительной эксплуатации содействует более интенсивному протеканию физико-химических процессов в металле сварных соединений, чем в основном металле, что вызывает соответственно его деградацию и ограничивает ресурс.

Особенность уровня повреждаемости длительно эксплуатируемых сварных соединений паропроводов, позволяющая уточнить их остаточный ресурс, является актуальной. Увеличенная интенсивность повреждаемости реализуется по механизму образования микропор ползучести, развивающихся в макротрещины ползучести, а также по механизму образования усталостных трещин. Для оценки представляется целесообразным изучение особенностей физико-химических процессов, проходящих в металле сварных соединений с использованием ряда методик.

Исследование проводилось с помощью применения образцов одной плавки, которые обладают схожим химическим составом и были подвержены одинаковой термической обработке.

В ходе выполнения экспериментов были использованы установленные расчетно-экспериментальным путем режимы сварки.

Строение металла сварных соединений изучалось с помощью микроструктурного, макроструктурного, электронно-микроскопического, микрорентгеноспектрального и рентгенографического методов. Ползучесть и длительную прочность определяли на установках АИМА 5-2 (машина для испытаний материалов на длительную прочность и ползучесть) и ИП-4М путем использования экспериментальных образцов, а также образцов вырезанных из действующих паропроводов. Изучили процесс образования микропор и макротрещин, который проводился путем использования электронной и световой микроскопии. Карбидные фазы изучали путем анализа осадков с использованием метода фотометрии. Путем использования электронно-зондового микроанализа на электронном микроскопе с системой рентгеновского микроанализатора на рабочей поверхности шлифов изучали химический состав α -фазы, карбидов и неметаллических включений.

ДВИЖЕНИЕ ДИСЛОКАЦИЙ В УСЛОВИЯХ ПОЛЗУЧЕСТИ

Глушко А.В., Дмитрик В.В.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Пластическая деформация металла сварных соединений паропроводов, длительно эксплуатируемых в условиях ползучести, имеет свои особенности, что связано с их структурой. Например, уровень деформации (сварное соединение паропровода острого пара, сталь 15X1M1Ф, наработка 280000 ч) металла шва составил – 0,6%, основного металла – 0,5%, металла участка перегрева зоны термического влияния (ЗТВ) – 2, а участка неполной перекристаллизации – 5-8%.

Установили, что уровень деформации существенно зависит от структурного состояния металла. Известно. Что пластическая деформация обеспечивается движением дислокаций. Выявили в металле сварных соединений локальные участки расположения смешанных краевых и винтовых дислокаций, имеющих переменную длину. Установили, что краевая дислокация единичной длины составляет со своим вектором Бюргерса угол $\sin \alpha$, а винтовая $\cos \alpha$. Вектор Бюргерса краевой дислокации является перпендикулярным, а винтовой параллельным линии дислокации. Краевая дислокация путем переползания, в условиях ползучести, может выходить из своей плоскости скольжения. Диффузионное перемещение атомов хрома и молибдена, аналогично выделению или поглощению вакансий, может дотраивать полуплоскость, либо ее уменьшать. Эффективная сила, обеспечивающая перемещение дислокаций через кристалл α -фазы составит $F = tb$. Где τ – касательное напряжение, b – вектор Бюргерса. Напряжение, параллельное вектору Бюргерса, вызывает переползание дислокаций. Тогда запишем $\sigma = \frac{F_c}{b}$, где F_c сила действующая на дислокацию, обеспечивающая ее переползание.

Наличие диффузионного перемещения (самодиффузия) атомов хрома и молибдена, что приводит к сегрегациям в приграничных зонах зерен α -фазы, способствует уменьшению их концентрации в центральной зоне зерен α -фазы. Концентрация хрома и молибдена в центральной зоне (C_1) становится меньше их исходной концентрации (C_0). Например, концентрация хрома в центральной зоне составляет 0,2-0,3%, а в приграничной 2,5-3,0. Отклонение концентрации от исходной ($C_1 < C_0$) характеризуется возникновением эффективной силы, обеспечиваемой переползанием дислокаций $F_{э.с} = \frac{kT}{b^2} \ln \frac{C_1}{C_0}$, где k – постоянная Больцмана, T – абсолютная температура.

Преодоление потенциального барьера, разделяющего два равновесные положения дислокаций обеспечивается силой Пайерлса. При наличии энергетических впадин и барьеров сила Пайерлса значительно уменьшается, что способствует увеличению интенсивности перемещения дислокаций. Установили, что переползание дислокаций в значительной мере зависит от объемной диффузии хрома и молибдена. Целесообразно, для уменьшения интенсивности переползания дислокаций разработать методы уменьшения диффузии легирующих элементов в металле сварных соединений состоящих из теплоустойчивых сталей.

ТЕРМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ КОНДЕНСАТОВ Cu-Co

Глущенко М.А., Луценко Е.В., Зубков А.И.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Изучено влияние температуры отжига на структуру, прочностные и электропроводящие свойства фольг Cu-Co, получаемых отдельным испарением и последующей конденсацией смесей паров меди и кобальта на неориентирующих подложках в вакууме. Установлено, что распад пересыщенного раствора кобальта в ГЦК кристаллической решетке меди происходит при температурах отжига выше 500°C. В результате этого процесса в объеме конденсата формируются нанодисперсные включения кобальта. Температура начала роста зерна медной матрицы зависит от исходного структурного состояния, содержания кобальта и может достигать 700°C. Температуры указанных процессов значительно превосходят аналогичные параметры кобальтовых бронз металлургического происхождения с сопоставимым содержанием кобальта (рис.1) [1]. Результатом указанной термической обработки является увеличение прочностных свойств и снижение удельного электросопротивления (рис.2).

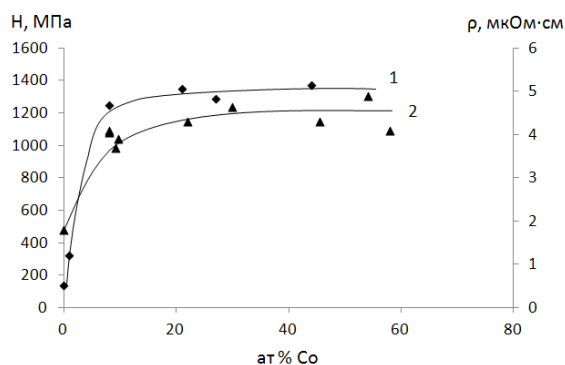
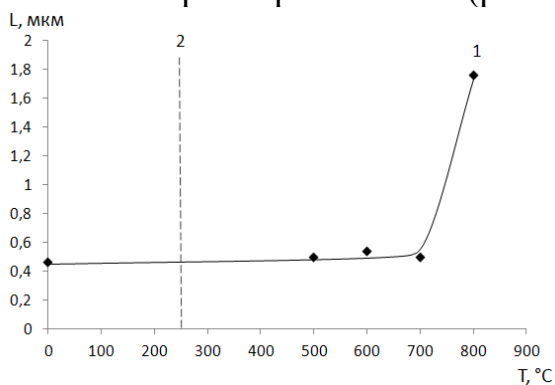


Рис.1. Влияние температуры отжига на размер зерна медной матрицы вакуумных конденсатов Cu-Co (1 — экспериментальная кривая, 2 — температура начала рекристаллизации металлургических сплавов медь-кобальт [1])

Рис.2. Концентрационные зависимости микротвердости (1) и удельного электросопротивления (2) конденсатов Cu-Co после отжига 600°C 30 мин.

Высокая термическая стабильность исходной структуры объясняется характером распределения атомов кобальта в объеме медной матрицы. В зависимости от технологических условий и концентрации кобальта в паровой фазе его атомы могут образовывать зернограничные сегрегации, входить в кристаллическую решетку меди и формировать частицы второй фазы различной морфологии и дисперсности. Подобные процессы были обнаружены в системе Fe-W [2].

Литература:

1. Николаев А.К., Розенберг В.М. М.: «Металлургия», 1978, 96 с. 2. Бармин А.Е., Соболев О.В., Зубков А.И., Мальцева Л.А. Модифицирующее влияние вольфрама на вакуумные конденсаты железа // ФММ. 2015. №4. С.70-86.

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ КОНСТРУКЦИОННЫХ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ШУМА

Головня А.Б.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г.Харьков*

Снижение или ликвидация техногенного шума становится особенно важным направлением в экологической безопасности.

В ряде стран Европы введены жёсткие законодательные предписания в данном вопросе.

Сложность борьбы с промышленными и урбанизированными шумами заключается в закономерной реакции природы, в которой заложены физических свойства материалов и физиологические особенности восприимчивости нашего организма.

Работа направленная на снижение и утилизацию техногенных шумов связана с внесением дополнительных конструктивных изменений или дополнительных новых элементов конструкций, что значительно удорожает изделие, и как правило увеличивает трудоемкость эксплуатации и ремонта. В 1999 году в Германии, было выделено 153 млн.евро на мероприятия по снижению шума, так как зарегистрировали более 1000 заболеваний, вызванных чрезмерной интенсивностью шума.[1]

Для существенного снижения уровня шумов, вызванных работой гидравлической, электрической и механической техники, и которые демаскирует подводные атомоходы (ПЛАРБ), потребовалось принять дополнительные серьёзные мероприятия направленные на снижение первичных акустических полей, за счет агрегатирования механизмов размещенных на рамах, амортизированных относительно прочного корпуса, установить локальные звукопоглотители в энергетических отсеках, применить шумопоглощающие покрытия прочного и легкого корпусов, установить новой конструкции пятилопастные движители и др. [2].

Опыт применения сплавов высокого демпфирования в конструкции электродвигателя, для подводных судов, показал, что шумы, как явление, мало предсказуемые и решать проблему их снижения часто приходится по результатам испытаний опытного образца.

Литература:

1. Свешников В.К. Уровень шума - критерий совершенствования гидроприводов// Индустрия.-2009.-№1.-С.25-27.
2. Ефименко Я. Операция «Бегемот» или ракетная «очередь» советского «стратега»// Наука и техника.-2011.-№7.-С.36-43.

СПЛАВЫ МАРГАНЕЦ-МЕДЬ. МЕХАНИЗМЫ ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ

Головня А.Б.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Уровень рассеяния энергии колебаний в металлических материалах зависит от природы сплавов и условий эксплуатации изделий.

Основными факторами, влияющими на уровень рассеяния энергии колебаний, являются:

- уровень амплитуды напряжений, вызванных колебаниями;
- температурой сплава.

Под действием данных факторов включаются в «работу» различные механизмы внутреннего трения, ведущих к рассеянию, демпфированию энергии колебаний. По классификации, предложенной В.С. Постниковым, их можно объединить в три основные группы [1]:

I - все релаксационные механизмы;

II - резонансные механизмы;

III - гистерезисные механизмы демпфирования колебаний.

Каждый механизм, при неизменных внешних условиях, наиболее интенсивно проявляется в определенной области амплитуд и частот циклических нагрузок. В связи с этим, принято разграничение на амплитудно-независимое демпфирование, так называемый – фон и амплитудно-зависимое внутреннее трение, при значительных амплитудах напряжений.

Особенностью марганцево-медных сплавов является наличие высокого фона (8...10)% и высокого амплитудно-зависимого внутреннего трения (30...40)%.

Амплитудно-независимое внутреннее трение обусловлено интегральным действием и взаимодействием несовершенств кристаллической решетки. Релаксационные процессы, приводящие к снижению метастабильности, уменьшают амплитудно-независимое трение, фон. Дефекты любого типа, искажающие кристаллическую решетку и вызывающие в ней внутренние напряжения, увеличивают фон.

Амплитудно-зависимое внутреннее трение обусловлено перемещением легкоподвижных дефектов типа дислокаций, возникновением и смещением двойников.

Наиболее перспективным является повышение внутреннего трения за счет образования упругих двойников, границ мартенситных кристаллов.

Литература:

1. Постников В.С. Внутреннее трение в металлах. – М.: Наука. - 1974. - С. 39-41.

ІНТЕРНЕТ СЕРЕДОВИЩЕ ЯК НОСІЙ СОЦІАЛЬНОЇ РЕКЛАМИ

Горбовий В.А., Глібко О. А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Особливе місце в рекламному Інтернет - просторі займає соціальна реклама, тобто така, що представляє громадські й державні інтереси та спрямована на досягнення благодійних цілей. Роль соціальної Інтернет - реклами особливо зростає, якщо її цільовою аудиторією є молодіжна і підліткова суспільні групи. Це обумовлено перш за все спрямованістю сучасної молоді на віртуальне спілкування та сформованою в сучасному суспільстві моделлю престижності володіння новітніми електронними пристроями.

Найбільш поширені теми соціальної реклами - ведення здорового способу життя і відмова від шкідливих звичок, дотримання правил дорожнього руху, проблеми дітей-сиріт, попередження небезпечних інфекційних захворювань та т. інш. Тому актуальною є тема зимового дистанційного бліц конкурсу з веб-дизайну та комп'ютерної графіки «Молодь за здоровий спосіб життя», що проходив у 2017 р. у Вінницькому національному технічному університеті.

В даній публікації представлена надана на конкурс робота студента 2 курсу МТ факультету НТУ «ХПІ» Горбового В. А. «ВИБІР», реалізована у вигляді віртуальної гри-тесту.

Користувачі можуть обрати набір з корисних та шкідливих звичок для майбутнього персонажу комп'ютерної гри, ввести свій нікнейм у зарезервоване для цього поле, зробити скріншот та розмістити отриманий знімок у соцмережах.

В роботі використані технології HTML(мова розмітки гіпертекстових документів), CSS (каскадні таблиці стилів), JavaScript (динамічна, об'єктно-орієнтована мова програмування).



Створений продукт має дружній інтерфейс, що легко сприймається, та заохочує у цікавій ігровій формі молодіжну аудиторію до здорового способу життя.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОКОВОК БЕЗ ШТАМПОВОЧНЫХ УКЛОНОВ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ РАЗДАЧЕЙ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Горкин М.В., Кузьменко В.И.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

В работе рассмотрены вопросы производства деталей методами горячей объемной штамповки, их недостатки, которые ведут к повышенному расходу металла на напуски (штамповочные уклоны) и высокой трудоемкости механической обработки.

Цель работы – на основе теоретического исследования процесса штамповки с раздачей методом конечных элементов (МКЭ), создать практические рекомендации по разработке технологии штамповки с последующей раздачей, выбору инструмента и оборудования для ее реализации, разработать новые схемы производства заготовок

Задачи – провести анализ существующих схем штамповки без штамповочных уклонов, выявить недостатки и предложить методы их устранения. Провести теоретический анализ формоизменения заготовки в процессе раздачи методом конечных элементов. Предложить практическую методику проектирования и выбора инструмента и оборудования для штамповки.

Методом конечных элементов были исследована технология с применением раздачи и определены оптимальные углы конусности штамповочного инструмента, что позволяет снизить силы трения между прошивнем и поковкой.

Выводы: в процессе работы были рассмотрены существующие методы штамповки осесимметричных поковок как по классическим технологиям, так и поковок без штамповочных уклонов. Изучены проблемы, возникающие при производстве поковок данного типа. Были предложены альтернативные технологические схемы производства этих поковок.

Литература:

- 1 В.К. Лобанов, И.Е. Накутный Осесимметричная раздача кольцевых поковок коническим инструментом /Кузнечно-штамповочное производство 1975.-№12.-С9-12
- 2 Накутный И.Е. Исследование и разработка усовершенствованных процессов производства осесимметричных заготовок с использованием операций раздачи : Дис.... Канд техн наук. - Х, 1981 – 163 с. Рукопись.

МОДЕЛЬ И ПОСТАНОВКА КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКЕ

Горовая Е.П., Лу Ган

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В работе рассмотрены вопросы выбора модели и краевых условий для изучения тепловых процессов дуговой сварки. Из теории сварочных процессов и экспериментальных данных известно, что при дуговой сварке происходит неравномерное распределение температур в свариваемых телах. Процесс сварки сопровождается наличием тепловых потоков, описывающихся уравнением Фурье. В результате изменяется температурное поле внутри объема тел, то есть $T = T(x, y, z, t)$.

Математической моделью тепловых процессов дуговой сварки в общем случае является дифференциальное уравнение теплопроводности нестационарного процесса (1) с краевыми условиями (2), (3), (4).

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\lambda}{c\rho} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + \frac{\omega}{c\rho} \quad (1)$$

где T – температура, λ – коэффициент теплопроводности, c – теплоемкость, ρ – плотность, ω – мощность тепловыделения.

Для определения температурного поля внутри тела в любой момент времени необходимо знать его геометрическую форму и краевые условия. Краевые условия состоят из начальных и граничных условий. Начальное условие представляет собой распределение температуры тела в начальный момент времени:

$$T_0 = T(x, y, z) \quad (2)$$

где (x, y, z) – пространственные координаты в декартовой системе, t – время.

Граничные условия определяют закон взаимодействия между телом и окружающей средой. Для процесса дуговой сварки граничные условия возможно описать условиями 2 и 3 рода:

$$T|_s(t) = f(t) \quad (3)$$

где $T|_s$ – температура поверхности тела.

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial n} \bigg|_s(t) = q(t) \quad (4)$$

где n – нормаль к граничной поверхности S .

Так как уравнение (1) достаточно сложно решить аналитически, то решение проводят численными методами. Пользуясь современными программными продуктами [1], задачу теплопроводности дуговой сварки возможно решить методом конечных элементов в ANSYS.

Литература:

1. Y. Gao, and X. He, "Simulation of Welding Based on ANSYS Unit Birth and Death Technique," *Heat Treatment Technology and Equipment*, vol.10, 2010.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ КОНСТРУКЦИИ ТЗС В РКТ

Гусарова И.А.¹, Деревянко И.И.¹, Кудреватых А.Т.², Малайчук В.П.²

***¹ Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное»
имени М.К. Янгеля», ² Днепропетровский национальный университет
имени Олеса Гончара, г. Днепр***

Рассматривается компьютерная обработка цифровых изображений в задачах контроля технических объектов недоступных для визуального наблюдения на примере конструкции теплозащитной системы. Их поверхности содержат информацию об изменениях состояния и качества. Такие изменения называются текстурами. Это участки изменений статистических показателей яркости изображений (интенсивность, рассеяние, коррелированность). Размеры, координаты, формы, вероятностные показатели их неизвестны. Визуальное рассмотрение и анализ цифровых изображений носят субъективный характер и недостаточно информативны для принятия решения о состоянии и качестве контроля. Он должен быть заполнен данными путем статистической обработки матриц измерений цифровых изображений и оценки параметров, характеризующих состояние и качество исследуемых объектов. Это визуально-аналитический метод подготовки данных для поддержки принятия решений.

Матрицы измерений изображений – это выборки авто и взаимно коррелированных случайных величин с неизвестными статистическими закономерностями и отсутствием знаний о текстурах цифровых изображений и разрабатываемых или модернизируемых технических объектов. Первичная статистическая матрица имеет своей целью определение интегральных показателей, таких как средние значения яркости, выборочные дисперсии для оценки их флуктуаций и ковариации, как показатели наличия статистических связей между измерениями, между выборками строк, выборками столбцов и гистограммы как модели их статистических закономерностей.

Поиски текстур начинаются с формирования двух матриц вероятностного распределения яркости: это гистограммы строк и гистограммы столбцов изменения яркости, в которых содержится информация об изменении яркости на тех или иных участках исследуемой поверхности.

Путем суммарно-разностного преобразования исходной матрицы измерений формируются матрицы средних значений яркости и флуктуаций яркости относительно ее средних оценок. Обработка их гистограмм позволяет выделить и оценить текстуры с большими или малыми дисперсиями.

Более информативным является анализ коррелированности измерений цифровых изображений. Коррелированность оценивается в пределах подвижного окна путем формирования трех матриц: средних яркости, средних флуктуаций яркости и ковариации флуктуаций яркости. Эти матрицы содержат всю информацию о статистических текстурах цифровых изображений. Их выявление и оценка – главная задача предлагаемого визуально-аналитического метода компьютерной обработки цифровых изображений поверхностей технических объектов, недоступных визуальному наблюдению и контролю.

ЗВ'ЯЗОК ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ З ЕЛЕМЕНТАМИ ДИЗАЙНУ

Даниленко В.Я.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

З позицій теорії інформації графічне зображення розглядається як результат кодування елементів просторового об'єкта [1]. Графічні зображення можуть бути представлені в різному вигляді за характером передачі просторових форм і за способами їх графічного виконання. Одні зображення можуть являти собою моделі простору, що зберігають геометричну схожість з об'єктами, інші виступають в ролі знакових і символічних позначень образів. Ті з зображень, що пов'язані з тривимірним простором, повинні бути забезпечені відповідними алгоритмами прямих і обернених перетворень простору. Алгоритми перетворень використовуються під час розв'язання прямої задачі (одержання зображень на основі заданого просторового об'єкта) і оберненої задачі (реконструкція об'єкта у простір на основі заданих зображень).

Відомо, що поняття дизайн означає задум, проектування, окреслювання. Дизайн є компромісом між вимогами виробництва і бажаннями споживача. Такий компроміс потребує специфічного супроводження. Однією зі складових супроводження виступає геометричне моделювання. Воно базується на сучасній комп'ютерній техніці, яка відкриває можливості ефективного одержання, зберігання, обробки та видачі графічної інформації. Ця інформація характеризується передусім наочністю, що є важливим фактором у розв'язанні багатьох дизайнерських задач. Суттєва особливість дизайну по відношенню до промислових технологій полягає в їх тісній взаємодії. Тому дизайн майже неможливий за умови збереження існуючих технологій і завжди стимулює технологічні зміни та удосконалення [2].

Для визначення зв'язку геометричного моделювання з елементами дизайну розглянуто суттєві ознаки дизайну, на основі чого взято до уваги найбільш розповсюджені принципи компоновки. Серед різних алгоритмів, які використовує дизайн, важливе місце відводиться алгоритмам геометричного моделювання для побудови зображень. Це певною мірою задовольняє потреби дизайну в практичній реалізації створюваних проєктів.

Зараз особливо актуальним є визначення характерних особливостей геометричних алгоритмів для аналізу базових проблем дизайну.

Література:

1. Даниленко В.Я. Огляд напрямків використання геометричної інформації в енергозбереженні, екології та дизайні / В.Я. Даниленко // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К. : КНУБА, 2009. – Вип. 82. – С. 142–147.
2. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М. : Мысль, 1990. – 637 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ БАГАТОШАРОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Дашкевич А.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Для багатьох задач розпізнавання цифрових зображень особливо важливими для якості процесу класифікації постають етапи початкової обробки зображень (зменшення шумів, збільшення різкості) та виділення ознак з підготовлених зображень. Існуючі алгоритми обробки та виділення ознак є досить витратними за кількістю обчислень, тому постає задача більш точного та/або менш витратного з точки зору комп'ютерних ресурсів, виділення ознак з графічних зображень.

На сьогоднішній час існують декілька підходів до виділення ознак: гістограма направлений градієнтів; локальні бінарні шаблони; дескриптори SIFT і SURF; моделі, що базуються на теорії графів та ін. Всі ці методи потребують багатьох обчислень та тонкого налаштування початкових коефіцієнтів. Водночас, існують згорткові нейронні мережі (рис. 1), в яких процеси початкової обробки та виділення ознак є однією з складових в процесі обчислень.

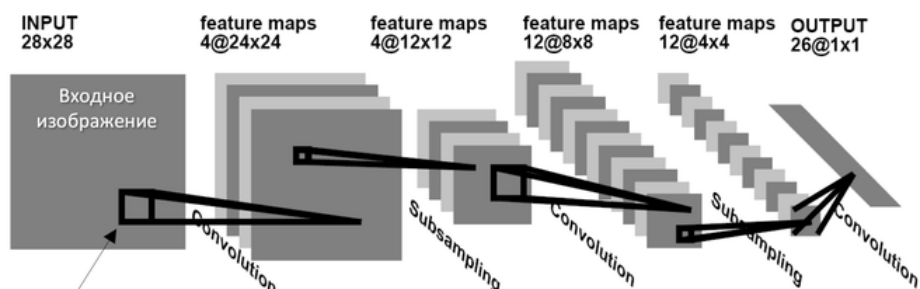


Рис. 1. Архітектура згорткової нейронної мережі

За результатами роботи було змодельовано штучну нейронну з автоматичним виділенням ознак. Також було досліджено вплив базових параметрів мережі на її роботу (рис. 2).

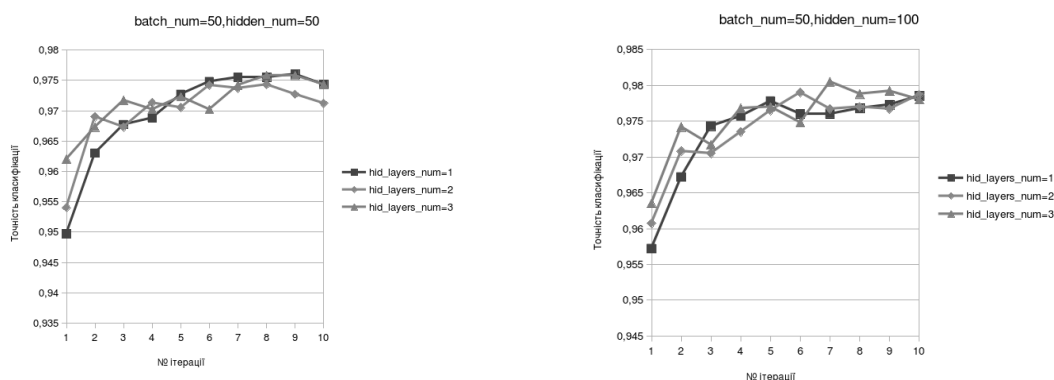


Рис. 2. Точність класифікації нейронної мережі в залежності від параметрів

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ПЛАВКИ В ИНДУКЦИОННЫХ ПЕЧАХ ИСТ1/0.8-М5

Дымко Е. П.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В работе рассмотрены вопросы построения математической модели процесса индукционной плавки, описывающей состояние системы во времени при выбранном управлении. Модель построена для двух этапов плавки: собственно плавка (расплавление твердой шихты) и выдержка расплава при заданной температуре (или подогрев из жидкого состояния при плавке на «болоте»).

Построение моделей для обоих этапов предполагало возможность контролирования параметров плавки – переменных состояния. Основными параметрами, определяющими как сам процесс плавки, так и безопасность его, являются температура расплава в тигле, температура футеровки, температура охлаждающей жидкости, состояние футеровки индукционной печи и изоляция индуктора, а также значения электрических сигналов в виде силы тока и напряжения на индукторе.

Переменными состояния $z_i(t)$ выбраны значения содержания элементов химического состава расплава в процессе управления на этапе выдержки расплава в индукционной тигельной печи.

При таком рассмотрении уравнениями состояния следует выбирать кинетические уравнения, описывающие изменение во времени содержания элементов химического состава расплава при выбранном управлении. Физическая сущность, закладываемая в такое описание, состоит в следующем. Управление осуществляется изменением подводимой мощности, вследствие чего меняется температура расплава. Изменение температуры влечет за собой изменение констант скорости химических процессов – окислительно-восстановительных реакций, в которых участвуют элементы химического состава. При этом возможны различные варианты кинетических уравнений, в зависимости от порядков протекающих реакций. Как правило, увеличение температуры в такой системе увеличивает скорости протекающих процессов. При этом, конечно, следует учитывать наличие экзотермического эффекта некоторых реакций, тормозящих скорость развития процесса с увеличением температуры системы. Такой эффект, известный как принцип Ле-Шателье – Брауна является проявлением обратной связи в управлении физико-химического процесса. Реакции, протекающие в расплаве в процессе индукционной плавки, являются, как правило, эндотермическими, поэтому увеличение температуры вследствие повышения мощности, подводимой к печи, является эффективным способом перевода системы в нужное состояние.

Полученная модель пригодна для оптимального управления плавкой.

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ТЕРМОВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКИ В ИНДУКЦИОННЫХ ПЕЧАХ ИСТ1/0.8-М5

Дымко Е. П.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В работе для поиска оптимального управления процессом доведения расплава до заданного химического состава в индукционных печах ИСТ1/0.8-М5 использован принцип максимума Понтрягина. Управление процессом осуществляется переключением ступеней напряжения трансформатора, что приводит к изменению температуры расплава. Это, в свою очередь, ведет к расплавлению твердой шихты до температуры плавления, зависящей от химического состава сплава (температура ликвидус). Данный процесс характеризует первый этап индукционной плавки и от качества управления на данном этапе зависит возможность эффективного управления процессом термовременной обработки.

Критерием качества управления выбрано быстроедействие, переводящее систему из фактического начального состояния в заданное конечное состояние. Последнее формируется решением задачи поиска субоптимальных значений переменных состояния на основании гребневого анализа поверхности отклика, полученной на основе регрессионного уравнения «состав – свойство».

Полученные результаты позволили говорить о том, что оптимальное управление процессом плавки в индукционных печах ИСТ1/0.8-М5 на этапе термовременной обработки зависит от двух составляющих:

- начальных условий,
- конечного состояния.

Это означает, что имеет место ситуация, когда поиск оптимального управления вида, переводящего систему из начального в конечное состояние за минимальное время, должен осуществляться в условиях неопределенности относительно начального состояния и при подвижном конечном состоянии.

Относительно начального состояния можно сказать, что оно будет зависеть от эффективности управления на первом этапе плавки и может быть рассчитано двумя путями.

Первый предполагает использование цепей Маркова и использование соответствующей рекуррентной процедурой, а второй – использование кинетических уравнений, описывающих изменение во времени плавки содержания химических элементов сплава.

Относительно конечного состояния можно сказать, что оно должно быть таким, чтобы удовлетворялись требования оптимальности, заданные результатами гребневого анализа и получаемыми из параметрического описания гребневых линий.

ОБ УЛУЧШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХАХ

Евтушенко Н.С., Евтушенко С.Д.

***Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков***

Технологические процессы изготовления отливок характеризуются большим числом операций, при выполнении которых выделяются пыль, аэрозоли и газы. Пыль, основной составляющей которой в литейных цехах является кремнезём, образуется при приготовлении и регенерации формовочных и стержневых смесей, плавке литейных сплавов в различных плавильных агрегатах, выпуске жидкого металла из печи, внепечной обработке его и заливке в формы, на участке выбивки отливок, в процессе обрубки и очистки литья, при подготовке и транспортировке исходных сыпучих материалов.

На атмосферный воздух приходится более 70% всех вредных воздействий литейного производства.

Применение органических связующих при изготовлении стержней и форм приводит к значительному выделению токсичных газов в процессе сушки и особенно при заливке металла. В зависимости от класса связующего в атмосферу цеха могут выделяться такие вредные вещества как аммиак, ацетон, акролеин, фенол, формальдегид, фурфурол и т. д. При изготовлении форм и стержней с тепловой сушкой и в нагреваемой оснастке загрязнение воздушной среды токсичными компонентами возможно на всех стадиях технологического процесса: при изготовлении смесей, отверждении стержней и форм и охлаждении стержней после извлечения из оснастки.

Количество фенолов в отвалных смесях превышает содержание других токсичных веществ. Фенолы и формальдегиды образуются в процессе термодеструкции формовочных и стержневых смесей, в которых связующим являются синтетические смолы. Эти вещества хорошо растворимы в воде, что создает опасность попадания их в водоёмы при вымывании поверхностными (дождевыми) или грунтовыми водами.

Улучшение состояния воздушной среды и уменьшение техногенного воздействия на природу и человека возможно при использовании производств необходимо проводить по следующим направлениям: использование прогрессивных технологических процессов как литье по газифицируемым моделям, ледяным моделям, использование замороженных форм, которые позволяют количество выбросов в сотни раз.

Несомненным преимуществом обладают смеси на связующих неорганического происхождения. При разработке технологий на холоднотвердеющих смесях предложено использование условно безопасных смоляных связующих, например, смолы ОФОС на основе олигофурфурилоксисилоксанов, а также использование в качестве неорганического связующего жидкого стекла.

ПІДВИЩЕННЯ МІЦНОСТІ ТА ПЛАСТИЧНОСТІ ВАКУУМНИХ ПЛІВОК МІДІ

Зозуля Е.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Сучасна тенденція зменшення розміру зерен матеріалів до мікронного рівня і нижче – ефективний спосіб підвищення міцності. Перспективним методом отримання ультрадрібнозернистих (УДЗ) високоміцних і термостабільних тонколистових матеріалів є електронно-променеве випаровування і осадження у вакуумі при низьких гомологічних температурах підложки (T_n). Зменшення розміру зерна плівок міді призводить до зростання міцності і зменшення пластичності. Для УДЗ плівок міді характерна і нова якість їх деформаційної поведінки, контролюючої пластичність, – наявність сталої стадії без зміцнення в режимах активної деформації вже при кімнатній температурі. Метою дослідження є вивчення сталої стадії деформації з метою поліпшення характеристик міцності та пластичності плівок міді.

У роботі проведено вивчення структури і деформаційної поведінки плівок міді завтовшки до 40 мкм. Дисперсність зерен міді варіювалася зміною температури підложки. В дослідженні використовувалися методи просвічуючої електронної мікроскопії, рентгенівської дифракції, резистометрії та активного розтягування.

В ході структурних досліджень виявлено зміну ряду параметрів, що характеризують зеренну структуру плівок, наприклад таких, як питома поверхня границь зерен, фактор форми та концентрація двійникових дефектів упаковки при зниженні T_n . Проведене дослідження дозволило встановити трьохстадійний характер зміни питомого електроопору (ρ) при деформації плівок міді. Показано, що приріст деформуючої напруги і ρ в безпосередній близькості від межі пружності, обумовлений зростанням щільності дислокацій, а вкладом точкових дефектів можна нехтувати. Приріст ρ на стадії сталої деформації обумовлений як вкладом дислокацій, так і точкових дефектів. Методика вимірювання ρ при пластичній деформації є ефективною в вивченні структурних змін і суттєво доповнює дані отримані іншими методами дослідження. Отримані під час роботи результати дозволяють вважати, що дислокаційне ковзання є основним механізмом деформації. Окрім цього, вже при кімнатних температурах, реалізується і зернограничне проковзування яке, найімовірніше, є причиною сталої стадії. Показано, що напруга початку сталої стадії структурно обумовлена щільністю границь, а загальна деформація до руйнування – розміром зерна матриці.

Отримані результати дозволили встановити вимоги до структури плівок міді і технологічних параметрів їх отримання та показали можливість оптимізації структурного стану, з метою досягнення високого рівня міцності та пластичності.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ГЕНЕРАЦІЇ РЕЛЬЄФУ

Іванов Є.О., Дашкевич А.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Розробка відеоігор є значним сегментом сучасної ІТ - індустрії. Розміри віртуальних світів, що створюються для відеоігор, постійно збільшується, крім того зростає і ступінь їх деталізації. Все це робить моделювання таких світів досить складним, а головне коштовним процесом. Тому постає необхідність в розширеному використанні методів процедурної генерації світу, та зокрема реалістичних елементів рельєфу.

Серед сучасних методик генерації рельєфу значна роль відводиться застосуванню шумів, зокрема градієнтного шуму Перліна. Це в першу чергу пов'язано з тим, що використання шуму дозволяє більш ефективно імітувати форми рельєфу природного походження. Існує два основні шляхи застосування шуму. По-перше, це генерація карт висот із використанням двовимірного шуму. Даний підхід дозволяє створювати мега- та макроформи рельєфу (гірські та рівнинні масиви), які зазвичай утворюються під впливом ендегенних процесів, таких як рух літосферних плит та землетрусів. По-друге, це використання тривимірного шуму для безпосередньої генерації елементів рельєфу, що мають не випуклу форму або порожнинний характер. Такі форми рельєфу зазвичай утворюються під дією екзогенних ерозійних процесів та відносяться до групи мезо- та мікроформ.

Також велике значення у використанні шумів має їх здатність до генерації на основі сітки, що дозволяє створювати великий за розмірами рельєф по окремим сегментам та легко поєднувати їх між собою.

В роботі було розроблено методику генерації методом шуму Перліна (рис. 1). Отримана методика реалізована в вигляді програмного додатку.

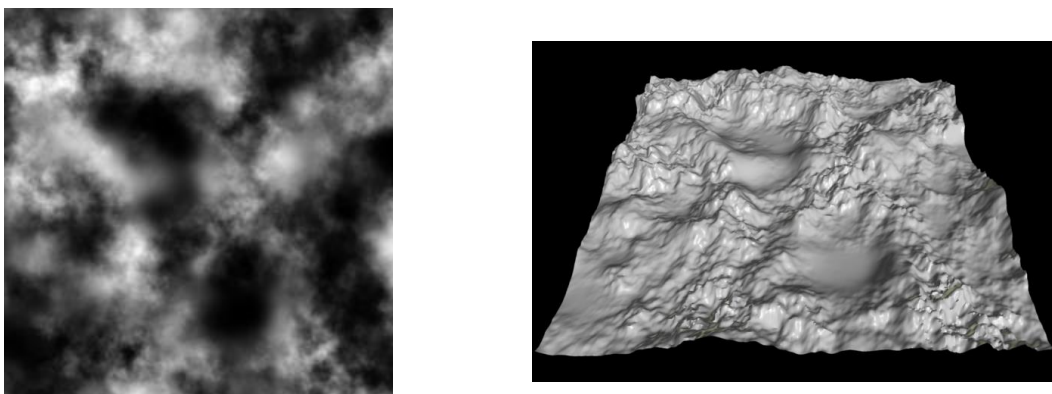


Рис. 1. Генерація рельєфу методом шумів Перліна

ОСОБЕННОСТИ КОМБИНИРОВАННОГО УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Идан Алаа Фадил И, Акимов О.В., Костик Е.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Одним из перспективных направлений повышения эксплуатационного срока службы стальных деталей является создание деталей из недорогой матрицы с упрочнением поверхностного слоя. Наибольший интерес представляют комбинированные обработки, обеспечивающие повышение твердости и прочности поверхностного слоя, что приводит в свою очередь к повышению срока службы детали в целом. Анализ современного состояния вопроса повышения срока службы деталей машин показал, что эффективными способами поверхностного упрочнения сталей являются химико-термическая обработка, а именно азотирование и лазерное упрочнение поверхности [1, 2].

В данной работе разработана технология комбинированного упрочнения поверхностного слоя стальных деталей, заключающаяся в предварительной лазерной обработке и азотировании.

Материалом для исследования являются стали 40, 40X и 38X2МЮА. Азотирование проводили в среде мелкодисперсного азотосодержащего вещества с активаторами при температуре 530–560 °С в течение 2–3 часов.

Исследования показали, что предварительное лазерное упрочнение повышает поверхностную твердость после азотирования в 0,88-1,15 раз в зависимости от марки стали и скорости перемещения лазерного луча по сравнению с азотированием стали в аналогичных условиях, но без предварительной лазерной закалки. Комбинированная обработка способствует значительному увеличению упрочненного слоя, а именно до 0,49 мм (сталь 40), до 0,55 мм (сталь 40X) и до 0,65 мм (сталь 38X2МЮА).

Литература:

- 1 Idan, A. F. I. The study of the influence of laser hardening conditions on the change in properties of steels / Idan, A. F. I., Akimov, O., Golovko, L., Goncharuk, O., Kostyk, K. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – V. 2. – №. 5 (80). – P. 69-73. Doi: 10.15587/1729-4061.2016.65455.
2. Идан А. Ф. И. Инновационная технология скоростного азотирования стали / А. Ф. И Идан, О. В. Акимов, Е. А. Костик // Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2016. – № 42 (1214). – С. 49-53. Doi: 10.20998/2413-4295.2016.42.08.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ АНІМАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИРАЗІВ НА JAVASCRIPT

Карась І.В., Прилуцька Ю. Д., Савченко Л.М., Матюшенко М.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Комп'ютерна анімація – явище, що сполучає комп'ютерний рисунок або модель з рухом, широко застосовується в промисловій, науковій, мультимедійній, мультиплікаційній та багатьох інших сферах, але все ж найбільшу популярність вона здобула в рекламній індустрії, бо відеоролики, відеофільми, відео презентації вважаються більш ефективними та сильними з точки зору впливу на сприйняття інформації. Відеореклама краще запам'ятовується, завдяки своїй динамічності та наочності.

Слід відзначити, що створення анімації доволі трудомісткий процес. При необхідності підключення складних анімацій без установки десятків або сотень ключових кадрів вручну застосовуються вирази. Вираз – це невелика частина програмного забезпечення, багато в чому нагадує сценарій і використовується для оцінки властивості шару в конкретний момент часу. За допомогою виразів можна створювати зв'язок між властивостями шару і використовувати ключові кадри конкретного параметру для створення динамічної анімації інших верств. Наприклад, можна використовувати інструмент «Ласо» для зв'язку властивостей шляху таким чином, щоб маска брала свій початок в штриху кисті або об'єкті шару-фігури.

Мова виразів заснована на стандартній мові JavaScript. В даній роботі вирази на JavaScript використано для анімації 3-D моделі за законом згасаючих коливань. В створеному відеоролику є сцени, що містять буксування та різкий старт автомобіля. Під час різкого старту корпус автомобіля, отримавши імпульс трохи відхиляється, але потім знову стає на місце. Коливання відхилу корпусу було описано за допомогою виразу згасаючих коливань. Простою залежністю формули згасаючих коливань від часу (а точніше ключа анімації) вдалось максимально спростити спосіб створення анімації. Якщо б такий же самий рух доводилося анімувати за рахунок ключів, то задача була б значно важчою та затратною у часі. Без виразу, що описує згасаючі коливання, дуже складно імітувати згасання, тому ключі доводилося би ставити на кожному кадрі, крім того, зовсім відсутня гнучкість редагування. Наприклад, при зміні частоти, потрібно буде міняти розташування всіх кейфреймів. Графік швидкості – згасаюча синусоїда. Суть даного виразу полягає в тому, що для створення згасаючого руху необхідно поставити лише 2 ключі анімації, а амплітуду, частоту та швидкість згасання можна регулювати за допомогою контролюючих ефектів. В природі досить часто можна побачити рух, який відбувається саме за цим законом, тому розроблений вираз буде використовуватися не тільки для вирішення поточної задачі, але й у майбутніх проектах.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИПЛАВКИ ЗНОСОСТІЙКОГО ЧАВУНУ ЗА КРИТЕРІЕМ СТІЙКОСТІ ДО АБРАЗИВНОГО ТЕРТЯ

Кіяшко С.Ю., Дьоміна А.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В роботі вирішено завдання синтезу оптимального хімічного складу конструкційного чавуну для фасонних виливків, що працюють за умов абразивного тертя.

Актуальність проблеми підвищення надійності та довговічності литих деталей з чавуна, що працюють в умовах абразивного тертя, є чи не найголовнішою задачею як для технологів, так і для конструкторів. Сама практична частина проблеми тут полягає в тому, що такі деталі не можуть служити довго відповідно до експлуатаційних вимог. Прикладом можуть бути лопатки асфальтозмішувачів, лопатки змішувачів будівельних матеріалів та особисто лопатки дробометних апаратів.

Зважаючи на те, що останні головним чином виготовлюються зі сталі, перспективним може бути використання спеціальних зносостійких чавунів як найменш дорогого сплаву. Наукова ж сторона питання полягає у вирішенні проблеми складності визначення оптимального хімічного складу, бо він містить багато легуючих елементів, мікроструктурних особливостей, а також динаміки самого процесу абразивного тертя та впливу якості поверхні литої чавунної деталі на стійкість сплаву при експлуатації.

Усі вище названі питання роблять дослідження, присвячені розробці раціональних технологій виплавки зносостійкого чавуну досить актуальним.

Новизна розробки полягає у визначенні оптимального хімічного складу для зносостійких чавунів, оригінальність – у використанні спеціального математичного апарату – теорії розпізнавання образів. Показано, що для вирішення цієї задачі можуть бути використані параметричні методи розпізнавання, засновані на використанні байєсовської статистики. Використання такої методики в процесі дослідження дає змогу визначити різні класи об'єктів – зносостійких чавунів – за класами відповідно до обраних ознак, наприклад «Годне – брак», «чавун марки СЧ20 ГОСТ 1412-85 – СЧ25 ГОСТ 1412-85» і т. д.

Таким чином, в роботі отримано наступні основні наукові результати:

- знайдено оптимальні хімічні склади зносостійких чавунів, легованих титаном,

- побудовано класифікаційні правила, що дозволяють віднести зносостійкий чавун до однієї з марок чавуну.

Останнє має практичне значення, тому що може дозволити з мінімальними витратами отримувати якісних зносостійкий чавун.

АПРОБАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОРОШКОВОЇ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ КАРБОНІТРАЦІЇ НА ВУГЛЕЦЕВИХ ТА НИЗЬКОЛЕГОВАНИХ СТАЛЯХ

Князєв С.А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Процеси азотування, нітроцементатації та карбонітрації широко відомі промисловцям. Технологія та структуроутворення достатньо повно описані у «класичній» літературі по ХТО [1]. Однак дефіцитність та токсичність хімічних реагентів потребує постійного пошуку альтернативних варіантів формування структур азотування. Ефективне газове азотування до того ж потребує складного обладнання. З цих причин автором даної публікації було відновлено практику експериментів на кафедрі «Матеріалознавство» щодо пошуку нових порошкових сумішей для карбонітрації.

Порошкові суміші дуже технологічні і непримхливі у зберіганні. Доступність сумішей з порошків склад яких є ноу-хау автора дозволяють широко використовувати процес карбонітрації для зміцнення поверхонь деталей машин.

Процес карбонітрації проводився у подвійному контейнері, який звантажувався у прогріту камерну піч з окисною атмосферою. Склад суміші передбачав використання таких доступних реагентів, як: $K_4Fe(CN)_6$, $(NH_2)_2CO$, КОН, Na_2CO_3 , вуглець у вигляді золи та ще додаткова сполука у невеликій кількості. Зразок зі сталі підготовлювався так, що шорсткість поверхні не перевищувала 50 мкм. Поверхня знежирювалась. Можна використовувати відпрацьовану суміш (до 50%).

Температура обробки становила 400 °С, тривалість витримки 1,5 години. Короткочасно можна підвищувати температуру до 570 °С і зменшити тривалість процесу до 1 години. Такі режими дозволяють поєднувати процес карбонітрації з середнім та високим відпусками, які є основними для завершальної термічної обробки більшості машинобудівних деталей.

Результати обробки були отримані на зразках зі сталей 20, 40Х, 38ХМА. Зразки досліджувались рентгеноструктурно (зйомку проводив асп. Мейлехов А.О.), металографічно та виміром мікротвердості.

Найбільш цікавим є результати рентгеноструктурного аналізу. На дифрактограмі присутні лінії нітридів заліза: Fe_4N , Fe_3N , Fe_2N та цементиту Fe_3C . Більш розгорнуто результати у доповіді.

Таким чином, запропонований варіант карбонітрації зі скороченим за часом режимом насичення дає змогу сформувати шар нітридів з підвищеним рівнем експлуатаційних властивостей.

Література:

1. А.Н. Минкевич. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. М. «Машиностроение» 490 с. 1965

ОТКРЫТИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ И МИНЕРАЛОВ

Крахмалев А.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

История открытия редких земель наибольшее развитие получила в XVIII веке. В 1754 г. Немецкий химик Маргграф отличает глинозем от извести. В следующем году шотландский химик Блэк (а также Маргграф в 1760 г.) отличает «горькую землю» (магнезию). В 1764 г. шведский химик Шееле находит тяжелую землю, баритовую. В 1781 г. Бергман различает земли: тяжелую, горькую, известковую, глинозем и кремнезем. В 1789 г. Клапрот открывает циркониевую землю, а в 1782 г. Гопе и в следующем году Клапрот находят стронциевую землю, в 1797 г. Вокелен – бериллиевую, но лишь в 1808 году разъясняется природа этих земель, когда Г. Деви из четырех земель электролитическим путем получает четыре новых металлических элемента: кальций, барий, стронций и магний. Соответствующие земли оказываются окислами этих металлов, которые в настоящее время известны под названием щелочно-земельных.

Уже тогда предполагали, что должен существовать металл, соответствующий глинозему, но лишь в 1827 г. Эрстед и Вёлер впервые получают алюминий. В 1854 г. его получает в кусках восстановлением минерала криолита Сен-Клер де Девилль. В 1855 г. Бунзен получает алюминий электролитическим путем из расплавленной двойной соли хлористого натрия и алюминия, в 1886 г. Галль – из глинозема. Из кремнезема Берцелиус уже в 1810 г. мог получить нечистый кремний накаливанием кремнезема, железа и угля. В 1823 г. он получает из кремнефтористого калия чистый кремний, а в следующем году из аналогичного циркониевого соединения получает чистый цирконий.

В 1828 г. Вёлер и Бусси получают восстановлением хлористого соединения металлический бериллий. Но еще на пороге XVIII столетия были найдены более редкие земли. Так, в 1788 г. Гейер обратил внимание на черный минерал с жирным стеклянным блеском, подробно исследованный в 1794 г. Гадолином, профессором в Або, нашедшим в этом минерале, названном сначала иттербитом, а потом гадолинитом, неизвестную землю, вновь открытую через три года Экебергом в Упсале и названную им иттриевой. Известный аналитик, берлинский химик Клапрот, исследуя эту новую землю, установил ее сложную природу, причем одной ее составной частью оказалась бериллиевая земля, а для другой сохранено название иттриевой. В 1803 г. Клапрот (и независимо от него Берцелиус и Гизенгер) нашли церий. Третью новую землю нашел Берцелиус в 1828 г. – ториевую.

Значительно расширилось знание редких земель со времени открытия Бунзеном и Кирхгофом в 1860 г. спектрального анализа. Одновременно шло развитие химико-аналитического метода. Д.И. Менделеев в 1873 г. описал новый метод разделения лантана и дидама с помощью двойных аммониевых нитратов.

СЕРЕДНЯ ТЕМПЕРАТУРА ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ВАННИ

Крахмальов О.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Для металургійних процесів, які відбуваються в зоні зварювання, температура є найважливішим і визначальним параметром. Про температуру розплавленого металу достовірно відомо те, що вона знаходиться між температурами плавлення і кипіння. За старими знаннями (відомості наведено в [1]), величини температури кипіння дорівнюють від 2300 (Руфф, 1911 р.) до 3235 °С (Міллер, 1925 р.). В багатьох довідникових виданнях зазначена температура 2450 та 3000 °С. За даними Келлі, які ґрунтуються на дослідженні пружності пари заліза (1934 – 1936 рр.), температура кипіння заліза дорівнює 2740 °С [2]. Ця величина прийнята в «Довіднику з металів» [3], в «Короткому довіднику хіміка» [4]. Н.Н. Доброхотов [5] наводить число 2735 °С. Відомості, наведені в роботах [2, 3, 4, 5], є найбільш надійними.

К. Лангбейн в 1918 р. визначав оптичним методом температуру катода і анода дуги між залізними електродами. Максимальна температура, досягнута шляхом підвищення сили струму складала, за відомостями автора, на аноді 2432 °С, на катоді °С [1].

В.Н. Шумкін [6] в 1940 р. здійснював дослідження температури крапель металу калориметричним методом. Дуга горіла на змінному струмі між двома електродами із мало вуглецевої сталі (з крейдовою обмазкою) над водяним калориметром. За питомим тепловмістом крапель визначалась їх температура. Автор отримав такі результати: струм дуги 125 - 135 А – температура крапель 209 ± 40 °С; 185 - 195 А – 2245 ± 45 °С; 235 - 240 А – 2340 ± 50 °С.

Л.А. Кульчицький [7] визначав тепловміст крапель металу за схожою методикою. Струм дуги був в межах 200 - 240 А. Були передбачені заходи для урахування випадкових втрат. Середній тепловміст крапель становив 457 ± 7 кал/г. Розрахунок за значеннями констант заліза дав температуру металу 2310 ± 30 °С.

Прямі виміри температури зварювальної ванни зробив І.Д. Кулагін [8]. Вивчаючи швидкість охолодження металу при зварюванні під флюсом, він занурював термопару в розплавлену ванну. В роботі [8] наведено результати двох вимірювань: записана температура складала 1510 та 1506 °С. Мабуть, термопара вводилась наприкінці ванни.

Література:

1. Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie, 8 Aufl, System-Nummer 59: Eisen, Teil A, Lief. 8, Verlag Chemie, Berlin, 1936.
2. Славинский М.П. Физико-химические свойства металлов. Металлургиздат, М., 1952.
3. Metals Handbook, 1948 edition, ASM, Cleveland, 1948.
4. Краткий справочник химика. Сост. В.И. Перельман, под ред. Б.В. Некрасова, изд. 3, Госхимиздат, М., 1954.
5. Доброхотов Н.Н. Применение термодинамики в металлургии. Изд-во АН УССР, К., 1955.
6. Шумкин В.Н. К вопросу о порядке средней температуры стекающего в шов металла, «Труды ДВПИ им. Куйбышева», вып. 22, Владивосток, 1940.
7. Кульчицкий Л.О. Энергетический баланс дуги при зварюванні металічними електродами. Вид-во АН УРСР, К., 1941.
8. Кулагин И.Д. Термический цикл основного металла при автоматической дуговой сварке. Сб. «Тепловые процессы при сварке», Изд-во АН СССР, М., 1953.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗВАРЮВАННЯ ДВОШАРОВИХ СТАЛЕЙ В ЕНЕРГЕТИЧНОМУ КОМПЛЕКСІ

Крахмальов О.В., Ситников П.А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Використання прокату з двошарових сталей являє собою один з головних резервних напрямів економії дефіцитних високолегованих сталей направлений на зменшення собівартості обладнання енергетичного та нафто - газохімічного комплексу, працюючого в умовах температурного та силового навантаження.

Двошарова група сталей включає в собі дві особливі якості конструкційного матеріалу: міцність основного слою із низьколегованої сталі та спеціальні особливості високолегованого контактного слою (в якості антикорозійного шару використовують аустенітні сталі марок 08X18H10T, 08X17H13M3T та ін.), який безпосередньо контактує з робочим середовищем. Завдяки цьому двошарова група сталей характеризується сукупністю властивостей, які забезпечують корозійну стійкість при високій міцності, зносостійкість та ударну в'язкість, міцність та високу теплопровідність та ін.

Спеціальне призначення певного слою визначає особливості зварювання даної групи матеріалів: окреме зварювання кожного шару відповідною групою матеріалів (близьких за хімічним складом); забезпечення технологічних умов зварювання з метою попередження одночасного плавлення низьколегованої сталі (основного матеріалу) та металу робочого шару, їх змішування; послідовність виконання зварювальних робіт; підготовка кромок; забезпечення повного провару зварного з'єднання. Для виконання роздільного зварювання вказаної групи використовують технологічні операції, з метою виконання розподільного, або високолегованого з'єднання [1].

Зварювання з використанням підготовки кромок типу V та X – типу виконують з використанням розподільного шва, який призначений для попередження розплавлення робочого шару під час автоматичного зварювання. Розподільний шов виконують як правило покритою групою електродів (УОНИ 13/НЖ2, Ø 2-5 мм) або напівавтоматичним зварюванням відкритою дугою, в середовищі інертних газів (Ar, He) [2].

Для автоматичного зварювання під флюсом (АН-348А) розщепленим електродом необхідне використання спеціальної підготовки зварних кромок із зняттям робочого шару. Зварювання виконується за два проходи, з використанням двох електродних проволоч (Св-07Х25Н13, Св-04Х19Н11М3).

Підвищення рівня механізації зварювання двошарової групи сталей, удосконалення та спрощення її технології в теперішній час не втрачає актуальності для сучасної науки.

Література:

1. Логвинов В.И. Применение двухслойных сталей в химическом машиностроении// В.И. Логвинов, А. М. Логвинова// М.: 1981. - 56 с.
2. Рябов В.Р. Сварка разнородных металлов и сплавов / В. Р. Рябов, Д. М. Рабкин, Р. С. Курочко и др.// М.: - 1984. – 241 с.

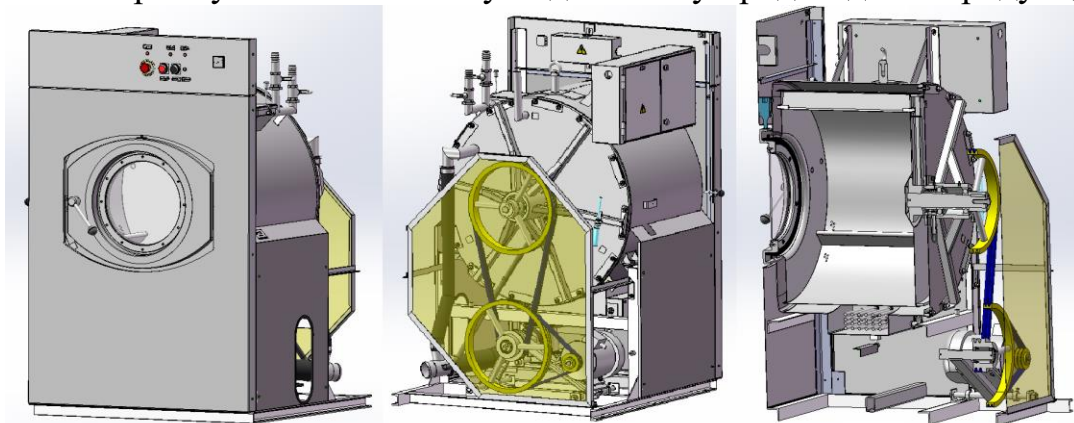
РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ ТА ВУЗЛІВ ПРОМИСЛОВОЇ ПРАЛЬНОЇ МАШИНИ З ПОДАЛЬШОЮ ВІЗУАЛІЗАЦІЄЮ ТА АНІМАЦІЄЮ ГОТОВИХ ВИРОБІВ

Кужелєва О.Ю., Глібко О.А.

***Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків***

Застосування комп'ютерної техніки в сучасному житті стало незамінним. Величезна кількість галузей використовують обчислювальні машини для прискорення вирішення завдань. Для того щоб виробник не йшов витратним шляхом проб і помилок, йому необхідно використовувати тривимірне проектування - як найбільш ефективну методику проектування з наочним зворотним зв'язком. 3D моделювання дозволяє проектувальнику бути впевненим, що його розробка адекватно відображає ідею. Створена тривимірна модель служить не тільки для того, щоб наочно продемонструвати проектну ідею, але і для побудови різних видів, розрізів, перерізів для оформлення креслення, обчислення маси кожної деталі і збірки в цілому, в залежності від призначеного матеріалу. Використовуючи цей підхід конструктор може виконувати аналіз виробу на ранніх стадіях проектування, в тому числі на етапі ескізного проекту.

Готова тривимірна модель промислової пральної машини МСТ-32 вітчизняного виробника та сучасний рекламний відеоролик мають збільшити інформування на ринку споживання та у подальшому продаж даної продукції.



Створення тривимірного зображення за допомоги спеціальних програм включає в себе два основних етапи: моделювання і безпосередньо візуалізацію. На етапі моделювання відбувається проектування моделі, а на наступному етапі виконується побудова проекції, і в подальшому поживавлення створеної моделі за допомоги різних методів і прийомів.

В результаті роботи була отримана тривимірна модель промислової пральної машини МСТ-32 вітчизняного виробника та рекламний відеоролик. Для створення тривимірної конструкції використовувався пакет автоматизованого проектування SolidWorks, в якому було розроблено 382 моделі деталей, з яких було створено 68 вузлів збірки. Створення рекламного відеоролику відбувалось в програмі тривимірного моделювання Cinema 4d.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАТНОГО ХОЛОДНОГО ВЫДАВЛИВАНИЯ ПУАНСОНАМИ СО СФЕРИЧЕСКОЙ ТОРЦЕВОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Левченко В.Н., Коворотный Т.Л., Мацегора С.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В работе проведены исследования процессов обратного выдавливания осесимметричных заготовок типа «стакан» пуансонами со сферической торцевой поверхностью различной кривизны. Для моделирования использовали метод конечных элементов [1, 2].

Задачи исследования: создание математической модели, определение энергосиловых параметров процесса, создание подсистемы САПР.

При моделировании использовали пуансоны с разной кривизной торцевой поверхности: от половины радиуса пуансона (полусфера) до бесконечности (плоская торцевая поверхность) с различными диаметрами (относительно матрицы). Определены форма и размеры очага деформации, работа и усилие деформирования, получено распределение напряжений и деформаций в заготовке, изучена кинематика течения металла в зависимости от геометрии пуансона, условий трения и для различных этапов деформирования.

За основу исследований была взята деталь со сферической формой дна (рис. 1). В Компас 3D были созданы геометрические модели инструмента и заготовок.

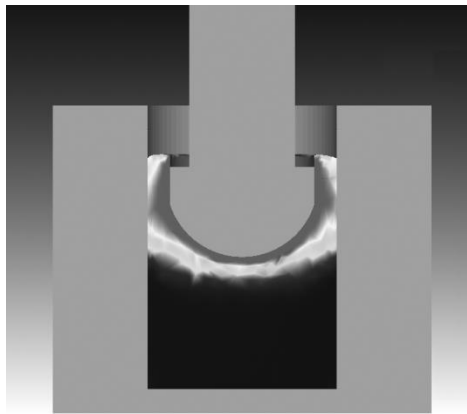


Рис. 1 – Схема процесса обратного выдавливания

Полученные результаты моделирования процесса методом конечных элементов использовали при разработке математической модели на основе вариационных подходов и создании подсистемы САПР.

Литература:

1. Васидзу К. Вариационные методы в теории упругости и пластичности / Васидзу К. // М.: Мир. – 1987. – 542 с.
2. Большаков В.И. Основы метода конечных элементов / Большаков В.И., Яценко Е.А., Соссу Г., Лемэр М., Рейнуар Ж.М., Кестенс Ж., Варзее Г., Кормо И. // Днепропетровск: ПГАСА, 2000. – 255 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ ВЫТЯЖКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СИЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ФЛАНЕЦ ЗАГОТОВКИ

Левченко В.Н., Коворотный Т.Л., Пепеляев В.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Методы листовой штамповки используются для изготовления большой номенклатуры деталей разнообразной формы и широкого диапазона размеров. Интенсификация процессов позволяет увеличить степень деформации, уменьшить число операций, необходимых для получения того или иного изделия. Что касается вытяжки, то в наибольшей степени это относится к технологиям штамповки деталей с относительно большой высотой, а также из труднодеформируемых материалов.

На кафедре обработки металлов давлением было разработано новое направление интенсификации процессов глубокой вытяжки. Суть предложенного способа заключается в следующем: на торцевой поверхности плоского фланца вытягиваемой заготовки создается дополнительное давление σ_r^* , направленное по радиусу к центру заготовки (рис. 1), что приводит к уменьшению максимального растягивающего напряжения $\sigma_{r \max}$ во фланце и тем самым позволяет обеспечить снижение коэффициента вытяжки.

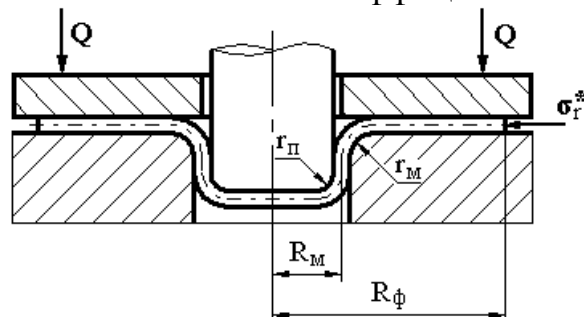


Рис. 1 – Схема процесса вытяжки с дополнительным давлением на фланец

Применяя подход к теоретическому анализу процесса вытяжки, приведенный в работе Е.А. Попова [1], авторы для анализа напряженно-деформированного состояния в процессе вытяжки использовали метод интегрирования уравнения равновесия совместно с уравнением пластичности по гипотезе максимальных касательных напряжений.

Расчет предельных коэффициентов вытяжки показывает, что при значениях напряжения σ_r^* , не превышающих $(0,3..0,5)\sigma_s$, коэффициент вытяжки уменьшается на 20...25% и составляет 0,35...0,37 против 0,47...0,52 при обычной вытяжке, что позволяет получить за один переход детали с большей высотой, а также сократить число переходов при многопереходной вытяжке.

Литература:

1. Попов Е.А. Основы теории листовой штамповки. – М.: Машиностроение, 1977. – 277 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КОМБИНИРОВАННОГО ВЫДАВЛИВАНИЯ ЗАГОТОВОК КОННЕКТОРОВ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИХ ПРОИЗВОДСТВА

Левченко В.Н., Коворотный Т.Л., Хайдер Ф.Х.А.-Х.

***Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков***

Детали типа коннекторов (рис. 1, а) являются важной частью электрических систем, систем управления и широко применяются в транспорте, авиационной технике и приборостроении для соединения как силовых, так и сигнальных кабелей. Несанкционированное отсоединение коннектора может привести к нарушению питания систем или устройств, отвечающих за управление или контроль безопасности.

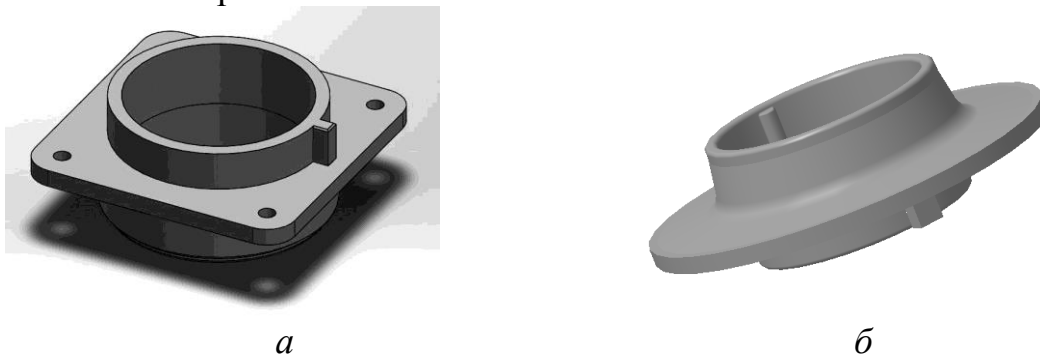


Рис. 1 – Трехмерная модель коннектора ВКШУ.753117.035 (а) и геометрическая модель заготовки, получаемой выдавливанием (б)

Коннекторы изготавливают из алюминиевых сплавов путем механической обработки на металлорежущих станках заготовок, получаемых отрезкой от прутка диаметром 25...50 мм в зависимости от модели коннектора. Однако такой способ изготовления трудоемок и приводит к большим потерям (более 80% металла уходит в стружку), кроме того, перерезаются волокна металла, что негативно сказывается на прочностных характеристиках деталей. Получение заготовок методами холодной объемной штамповки позволяет получать детали с повышенными механическими свойствами и со значительной экономией металла. Проведенное моделирование методом конечных элементов позволило разработать технологию получения заготовок коннекторов (рис. 1, б) методом комбинированного выдавливания. Предложена схема со штамповкой за две операции: калибровка с осадкой заготовки и увеличением ее диаметра по всей высоте (кроме центрирующего кольцевого участка в нижней части) с предварительным формированием верхней кольцевой области и штамповка с выдавливанием кольцевых участков и фланца. КИМ для предложенной технологии составляет около 60%, что в 3 раза выше, чем при механической обработке. По результатам исследований была разработана конструкция штампа для холодной объемной штамповки заготовок коннекторов модели ВКШУ.753117.035.

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ПОБУДОВИ СКЕЛЕТНОЇ АНІМАЦІЇ ПРИ РОЗРОБЦІ ДВОВИМІРНОГО АНІМАЦІЙНОГО ВІДЕОРОЛИКА

Любарський В.А., Шеліхова І.Б.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків

Завданням наукової роботи є визначення найбільш гнучкого і в той же час оптимального в плані часу розробки, способу розробки персонажної анімації в програмі Adobe After Effects. А також на основі отриманих даних розробити файл-проект та додатки що спростять та прискорять розробку.

Актуальність роботи обумовлена відсутністю стандартних універсальних інструментів і методів розробки анімації персонажів, або їх частин, зокрема інверсної кінематики кінцівок. У той же час існує велика кількість технік анімації, кожна з яких надає як певні особливі можливості, так і накладає ряд обмежень на розробника.

У роботі розглядаються найбільш популярні техніки, такі як покадрова анімація, шейпова, програмування інверсної кінематики, а також огляд найбільш популярних плагінів, що допомагають в розробці.

Робота спрямована на виявлення найбільш практичних зв'язок різних методик для вирішення наступних проблем:

- тривалий час розробки анімації;
- тривалий час ригінга або підготовки вихідних матеріалів;
- відсутність універсальності, неможливість копіювання анімації одного персонажа з вставкою її в інший;
- тривалий час розробки сцен з великою кількістю однотипних персонажів, дублювання;
- необхідність відповідності 12 принципам анімації Уолта Діснея.

В ході роботи було створено список необхідних характеристик і параметрів для скрипта, які повинні бути реалізовані. Як результат роботи був розроблений файл-проект та додатки з попередньо створеним персонажем, за допомогою якого можна створити анімацію практично будь-якого персонажа, а так само гнучко управляти його характеристиками під час анімації. Перевагою даного проекту є те, що він вирішує більшість проблем пов'язаних з анімацією і розробкою персонажа, а так само є кросплатформним елементом, який не вимагає адаптації під МакОС.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗВАРЮВАННЯ ВИСОКОЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ АУСТЕНІТНОГО КЛАСУ

Маршуба В.П., Ситников П.А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Виготовлення відповідальних конструкцій у сучасному машинобудуванні та енергетичному комплексі працюючих в умовах температурних ($500...600^{\circ}\text{C}$) та силових навантажень ($> 16\text{ МПа}$), різноманітних видів корозійних процесів і постійного перегріву характеризується використанням високолегованих сталей аустенітного класу (10X17H13M2T, 08X17H15M3T та ін.). Зварюваність указанного класу сталей відноситься категорії погано зварювальної групи та залежить від фізичних та хімічних властивостей, кристалічної будови, ступеня легування цього матеріалу. Технологічна характеристика зварюваності високолегованих сталей аустенітного класу визначається способом і режимом зварювання, складом присадного матеріалу, флюсу або захисного газу, конструкцією зварного виробу.

Аналіз досліджень про природу зварювальних процесів та характер фізико-хімічних властивостей указаної групи матеріалів, дозволяє стверджувати, що даний клас сплавів може утворювати при зварюванні плавленням зварні з'єднання задовільної якості. Різниця між металами, що володіють хорошою і поганою зварюваністю, полягає в тому, що для з'єднання останньої групи виникає необхідність використання більш складного технологічного процесу зварювання (попередній підігрів, обмеження або збільшення погонної енергії зварювання, термічна обробка (ТО), виконання зварювальних робіт у інертному (Ar , He) середовищі або у вакуумі, більш ретельне підготування кромок і та ін.).

Ускладнення технології та застосування спеціальних зварювальних матеріалів направлених виготовлення зварних конструкцій з даної групи матеріалів у багатьох випадках є економічно недоцільним.

Технологічні особливості зварювання указаної групи матеріалів можливі за рахунок застосування сучасних зварювальних матеріалів близьких за хімічним складом до основного металу, та спеціальних технологічних особливостей виконання процесу зварювання (попередній підігрів до $300...400^{\circ}\text{C}$, використання захисного газу Ar).

Конструкції з високолегованих сталей аустенітного класу (кислотостійкі, жароміцні, окалино стійкі та інші) використовують в різному інтервалі температурних умов (від глибокого холоду до 800°C і більше), крім того можуть знаходитися під впливом агресивного середовища. К зварним з'єднанням аустенітних сталей, в залежності від їх складу та властивостей, особливостей робочого циклу роботи конструкції, окрім звичайних критеріїв міцності, пластичності, відсутності тріщин та пор, висувають додаткові вимоги [1].

При виготовленні конструкцій із сталей аустенітного класу вказаних марок, необхідно враховувати специфікацію та умови експлуатаційного призначення.

Література:

1. Медовар Б.И. Сварка хромоникелевых аустенитных сталей. / Б.И.Медовар - М.: МАШГИЗ, 1954. – 175 с.

ВЛИЯНИЕ ПОТЕНЦИАЛА СМЕЩЕНИЯ И ДАВЛЕНИЯ АЗОТНОЙ АТМОСФЕРЫ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ВАКУУМНО-ДУГОВЫХ (Mo + Ti6%Si)N ПОКРЫТИЙ

Мейлехов А.А., Соболев О.В., Сагайдашников Ю.Е.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

Развитие современных технологий предъявляет повышенные требования к свойствам поверхности деталей и конструкций. Проблему достижения необходимых функциональных свойств во многих случаях можно решить путем осаждения сравнительно тонких (до 10 мкм) многоэлементных покрытий.

Целью работы является выяснение закономерностей формирования фазового состава, структурного состояния многослойных нанокompозитных нитридных конденсатов, полученных при вакуумно-дуговом испарении в азоте двух мишеней состава Ti + Si и Mo, а также исследование влияния структурно-фазового состояния конденсата на механические свойства композита.

Образцы были получены вакуумно-дуговым методом на модернизированной установке "Булат-6". Давление рабочей (азотной) атмосферы при осаждении составляло $(0.6-5) \cdot 10^{-3}$ Торр. Осаждение покрытий осуществлялось из двух источников (состав первого — Ti + 6%Si, второго — Mo) при непрерывном вращении закрепленных на подложках образцов со скоростью 8 rpm, что позволяло за 1 h получать слой толщиной около 7 nm с общим числом слоев 960 (или 480 бислойных периодов).

Покрытия исследовались методами растровой электронной микроскопии в сочетании с энергодисперсионным элементным микроанализом, рентгеноструктурным анализом, микроиндентированием.

Установлено, что в случае тонких нанослоев (около 7 nm), сформированных из веществ, сильно отличающихся теплотой образования (-336 kJ/mol для TiN и -34 kJ/mol для MoN), в процессе формирования может происходить перераспределение атомов азота в область более сильного нитридообразующего элемента (Ti). Это приводит к расслоению с образованием нитрида TiN и металла Mo (более слабого нитридообразующего элемента). По мере увеличения давления азотной атмосферы при осаждении конденсата с $6 \cdot 10^{-4}$ до $5 \cdot 10^{-3}$ Торр происходит насыщение связей азот-металл в слоях сильных нитридообразующих элементов Ti(Si). Результатом является сначала заполнение этого соединения азотом до стехиометрического состава, а затем и насыщение азотом второй системы слоев на основе молибдена с образованием фазы γ -Mo₂N. Повышение потенциала смещения U_{sp} от -100 до -200 V интенсифицирует в тонких слоях процессы перемешивания с образованием твердого раствора (Ti,Si,Mo)N и приводит к понижению микротвердости с 37 до 32 GPa.

ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПОЛОСЫ В МЕСТЕ ИЗГИБА ПРИ ПРОФИЛИРОВАНИИ

Плеснецов Ю.А., Джорубов Т.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В реальных процессах получения профилей в валках профилегибочных станов в месте изгиба полосы развивается утонение. Величина максимальной деформации на наружной и внутренней поверхностях места изгиба в зависимости от относительного внутреннего радиуса изгиба приводится в табл. 1 и на рис. 1. На рис. 1 приведены кривые изменения деформации на наружной (1') и внутренней (2') поверхности места изгиба, в зависимости от относительного внутреннего радиуса изгиба. Из графика видно, что полученные величины деформаций наружной поверхности места изгиба полностью совпадают для случая чистого изгиба, на внутренней поверхности — только до относительного внутреннего радиуса $r_{\epsilon}=3$. При изгибе на относительный внутренний радиус $r_{\epsilon}<3$ величины деформации возрастают более интенсивно, чем в случае чистого изгиба. При $r_{\epsilon}<0,05$ отношение $\frac{e_{\epsilon}}{e_{\kappa}}$ становится больше 8 и должна разрушиться внутренняя поверхность места изгиба.

Таблица 1 – Максимальные деформации на наружной и внутренней поверхности места изгиба в зависимости от относительного внутреннего радиуса изгиба

Зависимость деформации от относительного внутреннего радиуса изгиба								
r_{ϵ}	0,1	0,25	0,5	1	1,5	2	3	5
e_{κ}	0,849	0,671	0,748	0,331	0,218	0,192	0,133	0,0824
e_{ϵ}	2,691	1,211	0,742	0,441	0,332	0,244	0,15	0,093

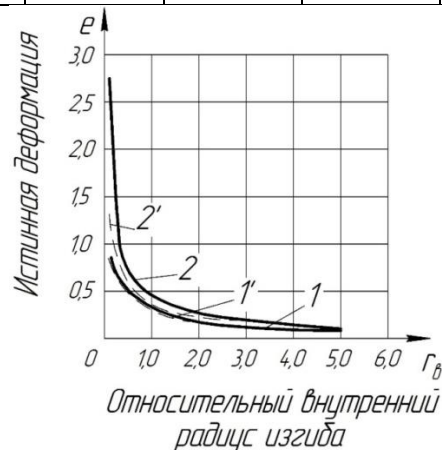


Рис. 1. Зависимость максимальных величин деформаций места изгиба: а - от относительного внутреннего радиуса изгиба: 1' - на наружной поверхности; 2' - на внутренней поверхности; б - для случая чистого изгиба: 1 - на наружной поверхности; 2 - на внутренней поверхности

Полученные результаты позволяют объяснить встречающиеся в практике явления образования трещин со стороны внутреннего радиуса при изгибе полосы с малыми значениями относительного внутреннего радиуса.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ УТОНЕНИЙ МЕСТ ИЗГИБА И ДЛИНЫ УЧАСТКА ПЛАВНОГО ПЕРЕХОДА ПРИ ПРОФИЛИРОВАНИИ

Плеснецов Ю.А., Мех С.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Получены графики зависимости утонения, от радиуса места изгиба и угла подгибки, приведены на рис. 1.

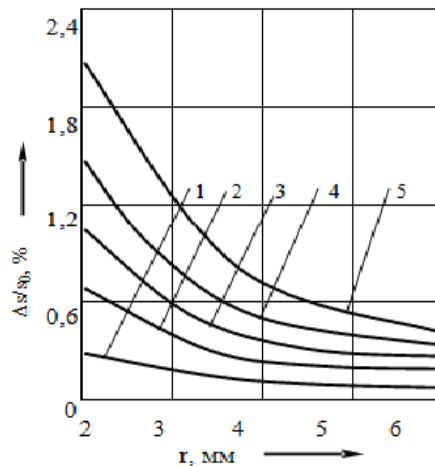


Рис. 1. Зависимость утонения Δ от радиуса места изгиба r и угла подгибки α : 1, 2, 3, 4, 5 – $\alpha=5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 25^\circ$

Сопоставление результатов теоретического анализа с экспериментальными данными по утонению мест изгиба на первых переходах показывает, что расхождение не превышает 2%.

Результаты исследований швеллерных профилей с шириной стенки $C=50$ мм и $C=100$ мм из стали 08 кп толщиной 1 мм при различных углах подгибки приведены на рис. 2. Как видно из графиков, увеличение ширины стенки профиля приводит к уменьшению длины участка плавного перехода.

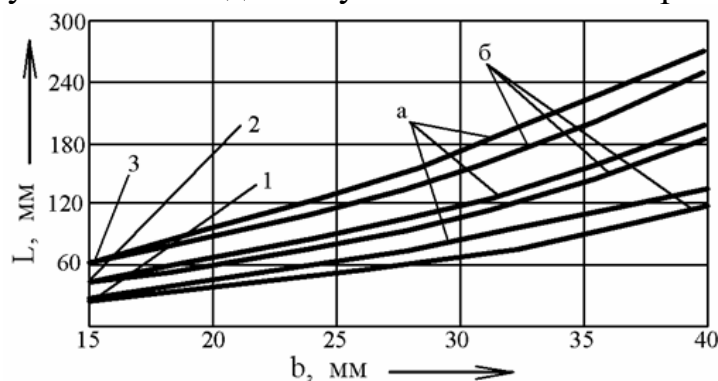


Рис. 2. Зависимость участка плавного перехода от ширины полки:

1, 2, 3 – углы подгибки, равные $15^\circ, 30^\circ$ и 45° , соответственно;

а – $C=50$ мм; б – $C=100$ мм

Анализ результатов показывает, что сходимость теоретических и опытных данных достаточна для их использования в инженерных расчетах. Экспериментальные данные получены с применением тензометрии (датчики наклеивались с двух сторон полосы учета влияния изгиба полки).

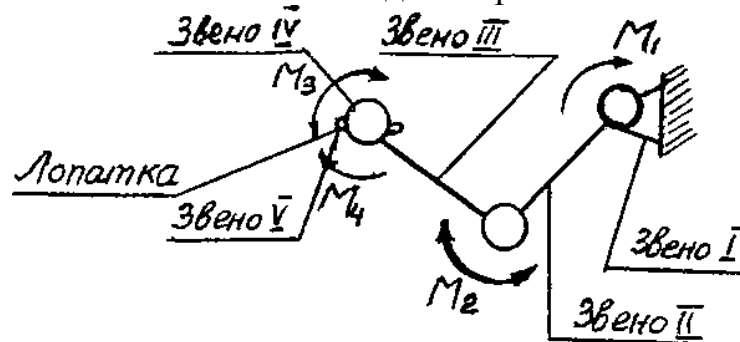
УСТРОЙСТВО С МАГНИТНОЙ ГОЛОВКОЙ ДЛЯ ПОВЕРХНЕСТНОЙ ЗАКАЛКИ С НАГРЕВОМ ТВЧ ЛОПАТОК ТУРБИН

Погребной Н.А., Клименко В.А., Ігнатов П.С.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

На протяжении многих лет на ОАО «Турбоатом» в качестве способа защиты рабочих лопаток мощных паровых турбин АЭС от эрозионного износа используется поверхностная закалка с нагревом ТВЧ, разработанная в НТУ «ХПИ», а также станок для закалки ТВЧ конструкции НТУ «ХПИ», необходимый для реализации данного способа.

Как показал многолетний опыт, узким местом данной технологии есть необходимость довольно частой трудоемкой регулировки закалочного станка для уравнивания крутящих моментов, что является главным требованием для обеспечения качественной закалки входных кромок лопатки.



Как видно из рисунка прилегание лопаток к индуктору, а следовательно, высокое качество упрочнения, достигается путем уравнивания четырех крутящих моментов, действующих на систему «станок - лопатка».

Предлагается в качестве средства, которое обеспечит наиболее полное прилегание закаливаемой поверхности лопатки к индуктору использовать принципиально новый механизм с магнитной головкой (постоянным магнитом или электромагнитом).

Основные отличия, преимущества и необходимые условия регулировки закалочного станка при использовании магнитной головки заключаются в следующем:

1. Моменты M_1 , M_2 , M_3 , M_4 необходимо не уравнивать, а свести их величину к нулю, то есть предварительно один раз (!) закалочный станок регулируется таким образом, чтобы $M_1=M_2=M_3=M_4=0$.

2. Необходимое прижатие лопатки к индуктору обеспечивается не уравниванием моментов и давлением пружинного ролика, а притяжением и удержанием в заданном положении торца кромки лопатки и части ее боковой поверхности силой магнитного (электромагнитного) поля.

В настоящее время опытный образец механизма с магнитной головкой изготовлен в НТУ «ХПИ» и проходит производственные испытания в условиях ОАО «Турбоатом».

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОРМОВОЧНЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ГИПСА В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Пономаренко О.И., Берлизова Т.В., Гримзин И.А., Мариненко Д.В.

***Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков***

Литье цветных сплавов находит все более широкое применение в различных отраслях промышленности, особенно при разработке технологии производства вновь создававших высокоточных приборов, механизмов и машин. В настоящее время в мелкосерийном и опытном производстве получила распространение технология литья алюминиевых сплавов в гипсовые формы.

Технология литья алюминиевых сплавов в гипсовые формы имеет ряд преимуществ: в гипсовых формах можно быстро получать отливки разных размеров от мелких до крупных, различного веса от нескольких грамм до десятков килограмм; для получения отливок не нужна дорогостоящая оснастка; для изготовления гипсовых смесей используются широко распространенные дешевые материалы – гипс, песок, асбест и т. п.; выход годного составляет 70...80%, в то время как при литье таких же деталей в песчаную форму он равен лишь 20...30% [1].

Формовочные смеси на основе гипса состоит из трех главных компонентов: огнеупорного материала – песка, кристобалита, шамота, маршалита; армирующего материала – различных сортов асбеста с разной длиной волокна, и связки в виде гипса.

Отличительной особенностью формовочного материала на основе гипса является хорошая текучесть его в смеси с водой. Способность гипса быстро затвердевать, легкость и простота формовки является также важным свойством этого материала.

В работе рассмотрены вопросы использования формовочных смесей на основе гипса. Для получения сухой смеси используют гипс марки «портландгипс строительный» (95% от массы сухой смеси), песок кварцевый с глиной (5% от массы сухой смеси). Все это перемешивается в миксере в течении 10-15 мин. Затем для приготовления гипсовой суспензии нужно количество смеси смешивается с водой (в которую заранее добавили 4...5% асбеста) в пропорции 2:1, и перемешивают в миксере в течении 1,5 минут.

Для определения основных свойств формовочных смесей на основе гипса был проведен активный промышленный эксперимент, который представляет собой полуреpliky 2^{6-3} полно факторного эксперимента для трех переменных. В качестве исходных параметров выбрали: прочность на сжатие (y_1) после сушки, газопроницаемость (y_2). Варьированными факторами являлись количество: гипса (x_1), воды (x_2) и асбеста (x_3). В результате обработки полученных данных была получена система уравнений регрессии.

Литература:

1. Иванов, В. П. Специальные виды литья / под ред. В. С. Шуляка. – М.: МГИУ, 2007. – 316 с.

ВОЗМОЖНОСТИ СТРУКТУРНОЙ ИНЖЕНЕРИИ В МНОГОСЛОЙНЫХ ВАКУУМНО-ДУГОВЫХ CrN/ZrN -ПОКРЫТИЯХ ПУТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ ТОЛЩИНЫ НАНОСЛОЕВ И ПОДАЧИ ПОТЕНЦИАЛА СМЕЩЕНИЯ

Постельник А.А., Соболев О.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В последнее время активно разрабатываются и внедряются в производство новые материалы для режущего инструмента. Одними из наиболее важных параметров, определяющих эксплуатационные свойства режущего инструмента, является его твердость и износостойкость. К числу наиболее перспективных материалов, обеспечивающих хорошую износостойкость и коррозионную стойкость лезвийных инструментов, работающих при высоких скоростях резания, относится нитрид хрома. Кроме того CrN проявляет высокую температурную стабильность и имеет более низкий коэффициент трения, чем TiN, который в настоящее время наиболее широко используется в промышленности.

При многослойном построении в виде нанотолщинных чередующихся слоев система ZrN-CrN может объединить в себе высокие свойства ZrN – твердость и радиационную стойкость с лучшими качествами CrN – стойкостью к окислению и износостойкостью.

Образцы были получены вакуумно-дуговым методом на модернизированной установке «Булат-6». Покрываются из двух металлических источников (Cr и Zr) на поверхность образцов 20x20x2 мм из стали 12X18H10T. Получали покрытия толщиной около 10 мкм как при подаче постоянного отрицательного потенциала, так и без него, а также при дополнительной подаче импульсного высоковольтного потенциала смещения.

Фазовый состав, структура и субструктурные характеристики изучались методом рентгеновской дифрактометрии (ДРОН-4) с использованием Cu-K α -излучения. Для монохроматизации регистрируемого излучения применялся графитовый монохроматор, который устанавливался во вторичном пучке (перед детектором). Для расшифровки дифрактограмм использовались таблицы международного центра дифракционных данных Powder Diffraction File. Микроиндентирование проводили на установке «Микрон-гамма».

Установлена возможность достижения сверхтвердого состояния в многослойных вакуумно-дуговых покрытиях ZrN/CrN с толщиной слоев около 20 нм. Показано, что использование для структурной инженерии постоянного отрицательного потенциала смещения свыше -50 В, подаваемого при осаждении приводит к формированию твердых растворов из-за межграницного перемешивания. Твердость таких систем не превышает 30 ГПа. Использование импульсного высоковольтного потенциала смещения при котором наблюдается упорядочение атомов, стимулированное повышенной подвижностью, позволяет уменьшить межграницное перемешивание и достичь эффекта повышенной твердости (до 42 ГПа) при нанометровых толщинах слоев.

ВЕКТОРНІ ЗОБРАЖУВАЛЬНІ СКЛАДОВІ ЯК ОСНОВА РЕКЛАМНИХ ЗВЕРНЕНЬ

Правдіна Т.Р., Кузнєцова М.О., Глібко О. А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Структура рекламних звернень традиційно складається з вербальної і образотворчої компонент. Остання, завдяки психологічним особливостям людського сприйняття, найбільш активно впливає на споживача. В комерційній рекламі в багатьох випадках необхідно описати рекламований товар або послугу, вигідно представити їх переваги та унікальність. Особливістю соціальної реклами є добре відома тематика, що не дуже потребує вербальної підтримки. Її найбільш ефективна лексична складова - слоган, як правило, одне коротке речення. Тому зростає роль образотворчих елементів, що несуть головне смислове навантаження.

В цих умовах використання векторної графіки дає певні переваги. Насамперед це можливість реалізувати будь-який задум автора, без необхідності застосування фотографічних зображень реальних об'єктів, оскільки образи створюються безпосередньо на основі його фантазії та ідеї рекламного звернення. Векторна графіка надає можливість необмеженого збільшення отриманого зображення без втрати його якості. Крім того, у разі, коли рекламне звернення є частиною рекламної кампанії, виникає можливість створення в подальшому анімованих продуктів на основі його графічних складових.

В даній публікації представлені роботи студентів 1 курсу Механіко-технологічного факультету, надані на Міжнародний зимовий дистанційний бліц конкурс з веб-дизайну та комп'ютерної графіки «Молодь за здоровий спосіб життя», що проходив у 2017 р. у Вінницькому національному технічному університеті.



Правдіна Т.Р. група МТ466
(III місце)



Кузнєцова М.О. група МТ46а

Ефективним є також реалізований у одній з робіт прийом застосування систем піктограм з метою донесення задуму автора до спостерігача в інтуїтивно зрозумілій стислій формі.

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ НИТРИДНЫХ СЛОЕВ НА СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА И ТВЕРДОСТЬ ВАКУУМНО-ДУГОВЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОКРЫТИЙ (TiN-Cu)/(AlNbTiMoVCr)N

Приходько М. Ю., Садовская А. В., Масликов В. Е., Соболев О.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Актуальность конструирования новых твердых покрытий на основе использования многоэлементных систем обусловлена постоянно появляющимися новыми проблемами современного материаловедения, так как характеристики известных твердых покрытий не могут обеспечить современные требования их эффективного функционирования. Новое перспективное направление инженерии материалов покрытий, развиваемое в последние годы, связано с использованием многоэлементных (высокоэнтропийных) нитридных покрытий, а также композиций на их основе. Целью данной работы было создание многоэлементного многослойного покрытия из базового катода Ti-Cu путем его испарения в азотной атмосфере до образования композиционной структуры TiN-Cu в сочетании со слоями из нитрида высокоэнтропийной системы AlNbTiMoVCr и установление влияния его состава на фазово-структурное состояние и механические свойства.

Образцы были получены вакуумно-дуговым методом на модернизированной установке «Булат-6». Давление рабочей (азотной) атмосферы при осаждении составляло $P_N = (1,2...4,5) \cdot 10^{-3}$ Торр. Осаждение осуществлялось из двух источников (Ti-12 мас. % Cu) и (AlNbTiMoVCr) при непрерывном вращении закрепленных на подложках образцов со скоростью 8 об/мин, что позволяло получать слой толщиной около 8 нм с общим числом слоев 960 (или 480 бислойных периода). Общее время осаждения покрытия составляло 1 час.

Фазово-структурный анализ проводился методом рентгеновской дифрактометрии в излучении $\text{Cu-}k_\alpha$ на установке ДРОН-4. Разделение профилей на составляющие осуществлялось с использованием пакета программ «NewProfile». Твердость измерялась на приборе для испытания на микро-твердость с помощью твердомера модели ДМ 8 по методу микро-Виккерса.

Используя методы элементного анализа, рентгеноструктурных исследований и измерения микротвердости, необходимые для проведения комплексных исследований по схеме: состав – структура – свойства, исследованы возможности структурной инженерии многослойных (TiN-Cu)/(AlNbTiMoVCr)N покрытий. Установлено, что введение второго слоя из высокоэнтропийного сплава даже при относительно малом содержании составляющих элементов (до 1 мас. %) сопровождается формированием фазы на основе ГЦК решетки твердого раствора. Переход от однослойных TiN-Cu покрытий к многослойной системе (TiN-Cu)/(AlNbTiMoVCr)N сопровождается повышением относительного содержания азота в покрытии и ростом твердости, достигающей 24,5 ГПа.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОСАЖДЕНИЯ НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВАКУУМНО-ДУГОВЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ CrN

Приходько М. Ю., Тараник А. Ю., Соболев О. В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

В настоящее время все большее внимание уделяют связи между условиями осаждения и структурой покрытия, т.к. покрытия являются одним из наиболее эффективных инструментов придания необходимых функциональных свойств поверхности (поверхностная инженерия). Использование высокопроизводительного вакуумно-дугового метода позволяет получать материалы покрытий, которые могут работать в условиях действия высоких температур и давлений при действии агрессивных сред и интенсивного износа. К числу наиболее перспективных материалов относится нитрид хрома, который обеспечивает хорошую износостойкость и коррозионную стойкость

Для решения задачи структурной инженерии на модернизированной установке «Булат-6», снабженной дополнительно генератором высоковольтных импульсов, подаваемых на подложку в процессе осаждения, были получены покрытия в интервале давлений азотной атмосферы $P_N = (2,2 \dots 12) \cdot 10^{-4}$ Торр. В качестве подложек использовались пластины из нержавеющей стали 12X18H10T размерами 18x18x2 мм. Структурные исследования образцов проводились посредством рентгеноструктурного анализа на установке «ДРОН-4». Во всех исследованиях было использовано излучение Cu-K_α . Для расчета пробега ионов в твердых телах использовался программный пакет SRIM. Микроиндентирование проводили на установке «Микрон-гамма»

Проведено моделирование процессов осаждения и исследование внутренних напряжений покрытий TiN, ZrN и CrN. Установлено, что изменение энергии осаждаемых частиц при образовании покрытий меняет характер распределения атомов внедрения и создаваемых радиационных дефектов. Для повышения механических свойств CrN слоев, для достижения высокой твердости необходимо в качестве второго слоя использовать TiN с высокой межатомной связью и сопоставленной с Cr атомной массой Ti, что не приводит к серьезным радиационным повреждениям и формированию большого удельного объема твердорастворного состояния в межграницных областях многослойного покрытия. В системе TiN/CrN было обнаружено формирование двухфазного состояния с более эффективным нитридообразованием в слоях с титаном. Установлено, что перемешивание в межграницной области слоев при больших $U_{\text{пл}} = -150$ В приводит к резкому снижению механических свойств при толщине слоев $h \leq 40$ нм. Самая высокая твердость 39,8 ГПа была достигнута для $h = 12$ нм при подаче малого $U_{\text{пл}} = -20$ В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ ДЛЯ ПЛОСКИХ И ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ РАДИОПОГЛОЩАЮЩИХ ПОКРЫТИЙ

Пронцевич Е.В.¹, Пронцевич О.А.¹, Гусарова И.А.¹, Андреев М.В.²

¹Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» имени М.К. Янгеля», ²Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, г. Днепр

Для решения задач обнаружения целей, оценки параметров их движения и опознавания широко применяются средства радиолокации. Необходимый эффект достигается за счет отражения электромагнитных волн от поверхности объекта. В связи с этим возникает проблема снижения радиолокационной заметности объектов путем уменьшения уровня отражения электромагнитных волн. Указанный эффект достигается на объектах специальной формы и с применением слабоотражающих покрытий.

Поскольку покрытие наносится на поверхности изделий, то интересен коэффициент отражения не самого покрытия, а композиции «покрытие-подложка». В качестве подложки могут использоваться образцы плоской и цилиндрической формы. Это определяет необходимость исследования влияния на измеряемое значение коэффициента отражения эффектов, связанных с переходом от образцов плоской формы к образцам цилиндрической формы.

Целью работы является оценка эффекта изменения, внесенного в измерительный тракт коэффициента отражения за счет изменения формы поверхности от плоской к цилиндрической с учетом использования при измерениях двух ортогональных поляризаций электромагнитной волны путем численного моделирования.

В качестве измерительной схемы исследовалась рефлектометрическая волноводная схема (сечение волновода $a=28,5$ мм, $b=12,6$ мм) при использовании рупорной антенны длиной $L=119$ мм с размерами апертуры $a_h=78,9$ мм, $b_h=40$ мм. Диапазон частот измерений от 5,6 до 8,3 ГГц. Вследствие достаточно сложной геометрии измерительного тракта в качестве математического метода моделирования был выбран метод конечных элементов.

Установлено, что внесенный коэффициент отражения превышает истинное значение коэффициента отражения образца в свободном пространстве при нормальном падении плоской электромагнитной волны, что обусловлено влиянием краев рупора и наличием определенного углового спектра излучаемых волн, поскольку отклонение угла падения от нормального приводит к возрастанию значения коэффициента отражения. Вычитание измеренного коэффициента отражения рупора при излучении в свободное пространство из результатов измерений при наличии исследуемого образца позволяет существенно повысить точность измерений коэффициента отражения собственно от образца. Выполнение стенок рупора по форме, совпадающей с формой поверхности, практически устраняет влияние кривизны поверхности на точность измерения коэффициента отражения.

МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПОРШНЕЙ ФОРСИРОВАННЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Пуляев А.А, Акимов О.В.

***Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков***

Последние достижения в области производства тонкостенных отливок из чугуна вызывают повышенный интерес к чугуну как материалу для поршней двигателей внутреннего сгорания [1]. Есть ограниченные сообщения об использовании высокопрочного чугуна фирмой Карл Шмидт и нелегированного чугуна с вермикулярным графитом фирмой Ванкес [2].

На кафедре литейного производства НТУ «ХПИ» накоплен большой опыт в исследовании механических, теплофизических и специальных свойств поршневых сплавов. В настоящее время в промышленности применяют более 300 марок чугунов. Все они, различаясь химическим составом, свойствами, структурой и технологией получения, обладают одним общим признаком – они построены на основе классической системы Fe–C–Si.

Еще в начале 70-х гг. было показано, что чугуны могут быть построены на принципиально новой основе – Fe–C–Al (назовем их Al-чугунами) подобно классической системе Fe–C–Si и, по аналогии с ней, могут иметь включения графита пластинчатой, вермикулярной (ЧВГ) или шаровидной (ЧШГ) формы. Вермикулярные ВГ в этих чугунах дают возможность получить прочность ≥ 500 МПа, следовательно, такой ЧВГ уже можно отнести к группе высокопрочных чугунов.

Отличительная особенность высокопрочных Al-чугунов – мелкозернистость макроструктуры. Микроструктура металлической матрицы может быть ферритной, ферито-перлитной или перлитной. По статической и длительной прочности алюминиевый ЧВГ не уступает ЧШГ. Кроме того, вследствие разветвленной формы ВГ он имеет более высокую теплопроводность и способность гасить вибрационные нагрузки при эксплуатации на режимах динамического и термоциклического нагружений. Сочетание высоких показателей механических свойств и повышенной теплопроводности делает Алюминиевые ЧВГ перспективным материалом для деталей, работающих в условиях теплосмен и испытывающих большие термоциклические нагрузки.

Литература:

1. *Томчик Е.* Чугун с вермикулярным графитом как материал для поршней форсированных двигателей внутреннего сгорания: дис...канд. техн. наук: 05.02.01/ *Томчик Е.* – Х., 1985. – 174 с.
2. *Nechtelberger, Puhr H. Von Hesselrode J. B. Nakayasu A.S.* Cast iron with Vermicular. Compacted Graphite-State of the Art. Development, production, Properties // Applications. 49th Int. Foundry Congress, Chicago, 14-17 Apr., 1982.

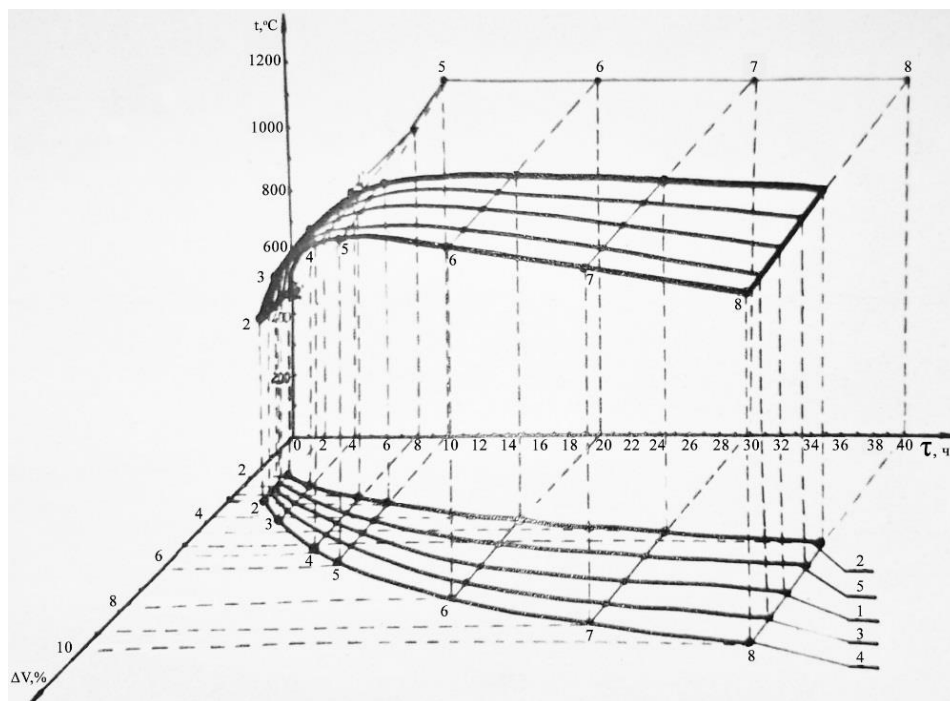
ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ СТЕКЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ОТ ИХ ОБЪЁМНОЙ УСАДКИ

Роженко З.М.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г.Харьков*

Задача снижения потерь металла в окалину при длительных (до 40 часов) высокотемпературных нагревах металлургического и машиностроительного полуфабриката на предприятиях Украины чрезвычайно актуальна. Одним из путей решения этой проблемы является применение стеклокерамических покрытий на основе недефицитных, нетоксичных, доступных и дешёвых сырьевых материалов, а также отходов огнеупорного производства. Основным условием успешного защитного от окисления действия составов покрытий является обеспечение протекания процессов равномерного (во избежание появления микротрещин) жидкофазного спекания их компонентов, в результате которого образуется плотный газонепроницаемый слой, препятствующий проникновению окисляющих агентов агрессивной печной газовой атмосферы к поверхности металла.

Геометрическая модель поверхности, построенной в координатах: объёмная усадка (ΔV , %) – время нагрева (τ , ч) – температура нагрева (t , °C), позволяет проследить зависимость защитного действия каждого из составов 1-5 от его объёмной усадки (см.рис.).



Применение указанных покрытий при нагревах крупногабаритных заготовок позволяет вдвое снизить потери металла в окалину.

О ФОРМИРОВАНИИ ШВА ПРИ СВАРКЕ НА ВЕСУ

Ситников Б.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

В общем объёме работ по производству сварных металлоконструкций сварка на весу занимает значительную часть и ответственное место. В ряде случаев применение сварки на весу существенно упрощает процесс. Однако, при этом, возрастает опасность протекания жидкого металла, образования прожогов и чрезмерного повисания металла в корне шва. Помимо нарушения герметичности и ухудшения прочностных характеристик изделий, наличие указанных дефектов снижает коррозионную стойкость сварных соединений и может приводить к коррозионному растрескиванию в месте перехода от основного металла к проплаву. Для удержания сварочной ванны и управлением процесса формирования шва представляет интерес использование магнитных полей. Поскольку непосредственного контакта устройств для магнитного удержания металла со свариваемыми заготовками нет, этот метод нечувствителен к наличию превышения кромок, кривизне заготовок и другим факторам, затрудняющим применение иных способов формирования шва. Однако применение магнитных полей требует сложных и громоздких устройств, что затрудняет маневренность сварочного инструмента и ограничивает возможность способа в целом. В работе рассматривается возможность упрощения конструкции устройства для электромагнитного удержания сварочной ванны и улучшения качества формирования швов при сварке на весу вольфрамовым электродом в аргоне. Это достигается тем, что в предлагаемом способе сварки, при котором сварочную ванну удерживают электромагнитными силами, возникающими в результате взаимодействия сварочного тока, протекающего через жидкий металл сварочной ванны, с магнитным полем, магнитное поле генерируют, пропуская часть сварочного тока по двум стержням, которые размещают над сварочной ванной, в плоскости свариваемого стыка, один впереди, а другой сзади дуги, перпендикулярно электроду, при этом ток по стержням пропускают в направлении тока, протекающего в сварочной ванне. При зажигании дуги на свариваемом изделии ток, протекающий по стержням, создает магнитное поле, воздействующее на сварочную ванну, что приводит к снижению величины ее провисания.

ТВОРЧЕ МИСЛЕННЯ ЯК НЕВІД'ЄМНА ЧАСТИНА НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

Сівак Є.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Нова ідея – новий погляд на взаємозв'язки та взаємозалежності явищ. Творче мислення – мислення створює, що дає принципово нове рішення проблемної ситуації, яке приводить до нових ідей та відкриттів. Склалася здавна думка, що вивчення нарисної геометрії впливає, в основному, на розвиток просторової уяви та просторового мислення. Однак, психологи, які займаються питаннями діяльності, спрямованої на розв'язок деяких задач, давно звернули увагу на резерви матеріалу нарисної геометрії у плані впливу на розвиток різноманітних сторін мислення взагалі.

Творче мислення можна розглядати як систему з елементами структурного аналізу, причинно-слідкових зв'язків, оцінки ситуації, вибору стратегії, перебору варіантів з метою оптимізації діяльності, пошуку аналогій та асоціацій, то бачимо, що можливості задач нарисної геометрії відповідають усім цим напрямкам у розвитку пізнання. Наприклад, завдання одного й того ж геометричного об'єкта при допомозі різноманітних сполучень його конструктивних елементів (площина, поверхня) і вибір найбільш оптимального сполучення; використання геометричних міст при розв'язку задач по наперед заданим умовам: застосування методів перетворення креслення з метою зменшення кількості графічних операцій і цим самим стають більш точнішими побудови; зміна системи координатних площин, як системи відліку з метою нового більш зручного розташування погляду на проектувальні об'єкти; перенесення стратегії діяльності з простих об'єктів на більш складні внаслідок загальної методології.

Креативність і творче мислення безсумнівно є корисними навичками. Системна побудова задач з кожної теми нарисної геометрії сприяє формуванню світогляду, творчого відношення до об'єктів діяльності. Вивчення студентами слідкових зв'язків між розумовими та подальшими графічними операціями значно може активізувати процес навчання, дозволяє вести цілеспрямований пошук більш раціонального та ефектного рішення, розкриває можливості графічної мови як засобу знакового вираження навколишньої дійсності та моделювання реальних об'єктів.

ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ В ПРОЦЕСІ КЕРУВАННЯ СКЛАДНИМИ ДИНАМІЧНИМИ СИСТЕМАМИ

Сидоренко О.С., Кузьменко А.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Сучасний розвиток суспільства є неможливим без впровадження новітніх інформаційних технологій та стратегій керування складними динамічними процесами та системами.

Методи комп'ютерної графіки дозволяють досліджувати різноманітні процеси та системи із залученням етапу унаочнення, що дало змогу по-новому глянути на одержані результати. Слід зауважити, що характеристики реальних явищ зазвичай є нелінійними. Вони відрізняються наявністю різноманітних коливань параметрів, стрибкоподібних змін поведінки, множиною станів рівноваги тощо. У загальному випадку до ускладнення сучасних систем призводить необхідність урахування в процесі керування багатьох видів невизначеностей, кожний з яких потребує окремого методу врахування, але об'єднання таких методів класичними засобами неможливе.

Проектування вказаних вище систем керування потребує додаткового використання елементів теорії нечітких множин, нечіткої логіки та теорії візуалізації.

За допомогою означених вище методів є можливість більш ґрунтовано вирішувати проблему урахування невизначеностей параметрів систем. Такий підхід спирається на передумову про те, що компонентами мислення людини є не числа, а елементи нечітких множин або класів об'єктів, для яких перехід від "належності до класу" до "неналежності до класу" не стрибкоподібний, а плавний.

Процес переходу до нечітких змінних, так званих лінгвістичних змінних, називається процесом фазифікації. Отримав такі змінні можна сформулювати лінгвістичні правила функціонування системи, що укупі складають базу знань.

Маючи повну базу знань, система керування отримує результат виконавши наступні етапи: процедуру агрегування підумов (алгоритм нечіткого висновку), акумулювання заключень (об'єднання результуючих значень) та дефазифікацію (перехід від нечітких параметрів). Після отримання результатів дефазифікації, формується набір усіх можливих станів системи керування, що складають її поверхню поведінки. Оцінка її «висот» та «западин» дозволяє визначити критичні та оптимальні стани системи, що досліджуються.

Треба також зазначити, що кожен з таких етапів можливо унаочнити, що дозволяє спростити процедуру контролю за виконанням процесу на кожному з його етапів.

Таким чином робимо висновок, що керування складними динамічними процесами та системами з невизначеними параметрами, доцільно виконувати з використанням методів теорії нечітких множин та нечіткої логіки, супроводжуючи їх наочними геометричними інтерпретаціями.

ИМПУЛЬСНО-ДУГОВАЯ СВАРКА АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АМг6 С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ

Ситников Б.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

Наиболее распространенными дефектами сварных швов соединений алюминиевого сплава АМг6, выполненных аргонодуговой сваркой вольфрамовым электродом, являются поры и окисные плёны. Применение импульсно-дуговой сварки при выполнении сварных соединений алюминиевых сплавов позволяет, как известно, повысить их качество и, в частности, приводит к разрушению оксидных плёнок и снижению пористости. Благоприятные условия дегазации и разрушения окисных плёнок при сварке алюминиевых сплавов может создавать и электромагнитное перемешивание сварочной ванны. В работе приведены результаты исследований импульсно-дуговой сварки алюминиевого сплава АМг6 с электромагнитным перемешиванием сварочной ванны. Эксперименты проводили при сварке встык без разделки кромок неплавящимся электродом в аргоне образцов толщиной 2 мм. Применяли электрод марки ЭВЛ диаметром 4 мм, присадочную проволоку Св-АМг6 диаметром 1,2 мм. Управляющее магнитное поле (УМП) в зоне сварки создавали с помощью соленоида, установленного на сопле горелки. Индукцию B (УМП) изменяли в пределах 0 – 16 мТ, интервал реверсирования t_p – в диапазоне 0,08 – 0,24 с. Установлено, что наиболее благоприятные условия дегазации, разрушения окисных плёнок и обеспечение необходимой геометрии швов обеспечивает магнитное поле с величиной индукции $B = 7 - 10$ мТ, $t_p = 0,12 - 0,16$ с. Сокращение количества и протяженности окисных включений и пористости в швах сплава АМг6 в результате воздействия УМП привело к повышению прочности и герметичности сварных соединений. Среднее значение предела прочности соединений увеличилось с 270 до 305 МПа, разброс значений прочности при этом сократился с 115 до 45 МПа. При испытании сосудов на герметичность гелиевым течеискателем (усиление и проплав шва были сняты) установлено, что из 300 соединений, выполненных по обычной технологии, имеют течи 36 сосудов. В сосудах, сваренных импульсно-дуговой сваркой с УМП, течей не обнаружено.

ТЕХНОЛОГІЯ ПРИВАРКИ ШИПІВ НА МАРТЕНСИТНУ СТАЛЬ 15X5М «КОРОТКИМ ЦИКЛОМ» БЕЗ ПІДГРІВУ

Ситников П.А., Єфіменко М.Г.

***Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків***

Необхідність підвищення експлуатаційних характеристик технологічних трубопроводів з теплостійких мартенситних сталей елементів енергетичної, нафто - газохімічної промисловості є актуальною проблемою сучасної науки. Термін експлуатаційного циклу який складає 0,6 - 0,8 ресурсу основного металу показує, що з впливом фактору часу відбувається пошкодження його елементів, як правило у наслідок впливу температурних та силових навантажень, різноманітних видів корозійних процесів і постійного перегріву.

Ефективним технологічним методом уникнення перегріву систем технологічного транспортування (перегрітого пару, нафтопродуктів та ін.) є наварка шипів з метою збільшення площі тепловідводу. Основною проблемою при зварюванні мартенситної сталі є запобігання утворення холодних тріщин (ХТ) [1]. Схильність цієї сталі до загартовування ускладнює технологічний процес виконання зварювальних робіт, знижує технологічну міцність, призводить до окрихчення, появи ХТ, у зварному з'єднанні та в зоні термічного впливу (ЗТВ).

Об'єкт дослідження: труба Ø 152 мм з товщиною стінки 8 мм зі сталі 15X5М з привареними шипами зі сталі 20. Розмір шипа - Ø 12 мм, висота 32 мм.

Процес зварювання виконувався «коротким циклом» [2] електродуговим напівавтоматичним методом у середовищі захисного газу аргону (Ar) без використання підгріву за допомогою спеціально розробленої установки ПУШ-850, яка забезпечувала швидкість приварки шипів від 0,1 - 0,6 с в залежності від діаметру. Режими зварювання: струм 700 — 900 А, напруга 25 — 26 В. Швидкість нагрівання $V_n \geq 2000^\circ \text{C/s}$, швидкість охолодження $\omega_{6/5} \geq 650^\circ \text{C/s}$ [3].

Встановлено, що структура біляшовної зони, яка нагрівається до температур $> 1100^\circ \text{C}$, є складною та представляє суміш верхнього бейніту з деяким відсотком мартенситу. Така структура з меншим ступенем зміцнення ніж мартенситна і характеризується більш високою тріщиностійкістю. Якість приварки шипів визначалась шляхом динамічного навантаження (удару) масою 0,3 кг. Результати досліджень показали високу якість зварних швів. Крихких пошкоджень не виявлено – відбувався процес вигину шипа без руйнування.

Література:

1. Назарчук А.Т. Получение равнопрочных сварных соединений закаливающихся сталей без подогрева и термической обработки/ А.Т. Назарчук, В.В. Снисарь, Э.Л. Демченко //Автоматическая сварка. - 2003. - № 5. - С. 41 - 43.
2. Калеко Д.М. Дуговая приварка стержней и бонок «коротким циклом»/ Д.М.Калеко, В.Н. Быховец, А.Ю. Гаценко, и др. //Автоматическая сварка. - 1992. - № 7 - 8. - С. 57 - 60.
3. Ефименко Н. Г. Технология и оборудование для приварки шипов в охлаждающих системах энергетических установок/ Н. Г. Ефименко, Н. А. Король, С. Н. Барташ, П. А. Ситников// Науч. Вестник.: ДГМА. – 2016., вип. № 2 (20Е). – С. 62 - 67.

МОДЕРНІЗОВАНІ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ЦЕХІВ

Ситников П.А., Пітак О.Я.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Виконання зварювальних робіт у сучасних промислових цехах які обладнані системою загальної вентиляції, супроводжуються процесами інтенсивного утворення у зварювальному аерозолі (ЗА) шкідливих газів та випарів (СО, N₂, та ін.), концентрація яких перевищує загально - допустиму норму у декілька разів. При виконанні зварювальних робіт у важко доступних місцях (закритих цистернах, сосудах) використання загальної промислової вентиляції не ефективне та не можливе. У зв'язку з цим виникає гостра необхідність використання вентиляційних систем із всмоктуючим соплом, які встановлюється на мінімальній відстані від зварювальної дуги (30 - 50 см) [1].

Процес горіння зварювальної дуги супроводжується утворенням факелу (теплогового потоку) який піднімає ЗА конвективним потоком. Утворений потік піднімається вгору, та проходить через зону органів дихання робітника (потрапляючи під щиток) і лише після цього видаляється системою загальної вентиляції. Враховуючи дану особливість необхідно використовувати повітря - відсмоктуючі пристрої, які відкачують утворений потік забрудненого повітря, та виключають можливість безпосереднього контакту з органами дихання.

Технологічне вирішення даної проблеми можливе шляхом використання модернізованих малогабаритних фільтро - вентиляційних відсмоктувальних систем електростатичного (MFE) та механічного типу (Темп-НВ-М, MF, та ін.) призначених для очистки повітря від дрібно дисперсного пилу (мінерального та металевих походження утвореного у результаті виконання технологічного процесу), зварювальних та паяльних димів, хімічних випарів, шкідливих газів та ін. [2].

Функціонування відсмоктувальних систем даного типу відбувається за наступним принципом: утворений шкідливий повітряний потік проходить через іскрогасник і фільтр первинного очищення, який затримує частинки розміром до 50 мкм. Фільтр тонкого очищення (вторинний) вловлює частинки розміром до 0,1 мкм. Відбувається рециркуляційний процес - очищене системою повітря повертається у робочі приміщення. Ефективність очищення представлених систем складає 95 - 99,9 % (в залежності від виду та номеру очисного фільтра), що свідчить про їхню екологічність.

Використання даного обладнання забезпечує безпечні умови виконання зварювальних робіт. Системи даного типу рекомендовано для виконання технологічних процесів на підприємствах машинобудівного комплексу.

Література:

1. Левченко О. Г. Низковольтный переносной вентиляционный агрегат «Темп-НВ»/ О. Г. Левченко, Н. Ю. Агасьян// Сварщик. – 2003. - № 1. – С. 32 – 33.
2. Ситников П. А. Комплекс основных заходів охорони праці, на дільниці виконання зварювальних робіт/ П. А. Ситников, О. Я. Пітак// тез. доп. VIII Міжнародної наук. - метод. конф. та 115 Міжнародної конф. Європейської Асоціації Безпеки. Х.: - 2016 - С. 37.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТРИВИМІРНИХ СЦЕН ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР

Скляр В.О., Сімонова О.Г.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Актуальність роботи обумовлена розвитком комп'ютерних ігор. Розробка графічного контенту ігрових локацій в комп'ютерній грі вимагає зусиль команди розробників, дії якої необхідно координувати і контролювати. Тому було вирішено провести аналіз всіх етапів створення ігрової локації, щоб скоротити терміни розробки за рахунок можливості паралельної роботи, зменшення часу контролю і кількості помилок на окремих етапах розробки.

Було проведено дослідження з приводу розробки ігрових локацій для комп'ютерних ігор та розроблена методика, яка дозволить зменшити час на розробку як ігрової локації, так і самої гри.

Створення ігрових локацій залежить від їх характеру і обсягу роботи, рівня складності, кваліфікації співробітників. При цьому реалізація кожного з етапів розробки істотно відрізняється.

Організація технологічного процесу в цій галузі необхідна для злагодженої роботи команди розробників, підвищення якості кінцевого результату, для планування і дотримання графіка виконання робіт. Розроблена методика надає гнучку систему внесення змін на різних етапах розробки графічного контенту та дозволяє мінімізувати витрати часу і ресурсів, істотно скоротити терміни розробки і підвищити її якість.

Розроблену методику можна застосовувати, як для розробки локацій комп'ютерних ігор, так і для ігор інших ігрових платформ. Її застосування дозволяє зменшити час контролю і кількості помилок на окремих етапах розробки локації.

МЕТОДИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ВИНИКНЕННЯ КОРОБЛЕННЯ ВИЛИВКІВ

Ткачина Є.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Актуальним питанням ливарного виробництва є дії напружень, які виникають при охолодженні у формі, що призводять до створення викривлення геометрії у виливці – короблення. У будь-якій затверділій і повністю охолодженій виливці внутрішні напруження врівноважені. При цьому шари деталі або пружно розтягнуті чи стислі. У процесі механічної обробки з виливки видаляють шари металу, в яких були залишкові напруження. Рівновага остаточних напружень у виливці порушується, починається їх перерозподіл до початку нової рівноваги. В результаті відбувається короблення виливки.

Метою роботи є забезпечення умов одночасного затвердіння і охолодження стінок виливків при відсутності на їх перетині термічних вузлів. Експериментально було встановлено, що чим більше товщина стінок виливки і більше різниця товщин окремих її частин, тим більше напруження при інших рівних умовах. Необхідно прагнути до скорочення кількості термічних вузлів, розташованих під гострим кутом стиків, сполучення стінок та ін.

Дослідження показали, що вуглець і кремній є графітізуючими елементами, надають модифікуючий вплив на структуру і властивості нелегованого чавуну і сприяють зниженню короблення. Кремній, зменшуючи розчинність вуглецю в рідкому і твердому розчинах, сприяє графітоутворенню. Установлено, що елементи визначають також положення чавуна по відношенню до евтектики, але в цьому відношенні вплив фосфору аналогічно впливу кремнію, як це видно з рівняння для визначення вуглецевого еквівалента:

$$C_{ек} = C + 0,3(Si + P),$$

де: C - вміст вуглецю, %; Si - вміст кремнію, %; P - вміст фосфору, %.

Вуглець і кремній впливають і на дисперсність структурних складових. Підвищення вуглецевого еквівалента C сприяє:

- збільшенню кількості графіту;
- зниженню кількості перліту;
- збільшенню довжини графітових включень;
- зменшенню дисперсності перліту.

Таким чином, збільшення вуглецевого еквівалента до 4-4,2 % сприяє значному зменшенню усадкових явищ, зниженню можливості виникнення напруженого стану виливків, а значить, і зниження причин для виникнення викривлення виливків.

Для попередження виникнення викривлення виливків рекомендується:

- підвищення вмісту вуглецю до 3,4-3,6 %;
- зниження вмісту кремнію до 1,7-1,9 %;
- зниження вмісту хрому менше 0,15 %.

РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ СТВОРЕННЯ ВІЗУАЛЬНИХ ЕФЕКТІВ ШЛЯХОМ ДЕФОРМАЦІЇ ПОЛІГОНАЛЬНОЇ СІТКИ

Федченко Г.В., Васильєва К.Ю., Кужельова О.Ю.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

На сьогоднішній день існує велика кількість потужних програмних продуктів для створення візуальних ефектів і 3D анімації. Кожен з цих інструментів має свої переваги і недоліки. Пропонується розглянути на прикладі одного візуального ефекту, а саме створення візуального ефекту молекулярної сітки, два програмних пакета, а отже і два різні алгоритми для створення деформації полігональної сітки. Для одного з алгоритмів був розроблений сценарій (англ. script) для оптимізації і спрощення роботи з цим ефектом. Полігональна сітка — це набір вершин, ребер, та граней, що описують форму багатогранного об'єкта в тривимірній графіці та твердотілому моделюванні. Грані зазвичай складаються з трикутників (сітка з трикутників), чотирикутників, чи інших опуклих многокутників, що спрощує їх рендеринг, хоча можуть використовуватись і загальніші, неопуклі многокутники, чи багатокутники з дірками.

Скриптова мова (англ. scripting language) — мова програмування, розроблена для запису «сценаріїв», послідовностей операцій, які користувач може виконувати на комп'ютері. Прості скриптові мови раніше часто називали мовами пакетної обробки. Сценарії зазвичай інтерпретуються, а не компілюються. У прикладній програмі, сценарій (скрипт) — це програма, яка автоматизує деяке завдання, яке без сценарію користувач робив би вручну, використовуючи інтерфейс програми. Мови таких скриптів спочатку орієнтувалися на використання як внутрішні керуючі мови у складних системах. У даній роботі порівнюються дві програми, такі як Houdini і Cinema4D. Houdini є середовищем візуального програмування. Для створення даного ефекту в Houdini потрібні великі фінансові витрати на обладнання, а також мінусом є відсутність висококваліфікованих фахівців на Україні, що працюють в цьому програмному середовищі.

Було запропоновано швидкий спосіб створення даного візуального ефекту в більш простій і доступній середньому користувачеві програмі Cinema4D. Програмний пакет Cinema4D має широкі функціональні можливості для роботи з сіткою створеної моделі. Використовуючи ці можливості, був розроблений програмний файл сценарій, який автоматизує дану задачу в Cinema4D, що дозволяє майже в точній копії повторити візуальний ефект створений в програмному середовищі Houdini, але при цьому процес був максимально оптимізований і спрощений. Середній користувач з легкістю зможе застосувати даний візуальний ефект до будь-якої моделі без особливих часових і фінансових витрат.

КАРБИДНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРИ ПЕРВОМ ОТПУСКЕ СТАЛИ Р6М5

Христофорова Т.А., Кузьменко Е.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Как было показано в предыдущих работах авторов, изменение временных параметров первого отпуска закалённой стали Р6М5 влияет на ее свойства после второго стандартного отпуска при 560 °С в течение 1 часа. Так, для повышения прочностных свойств рекомендовано прерывать первый отпуск на стадии «первичного разупрочнения», где твёрдость закалённой стали снижается с 64,5 до 61- 62 HRC. Для понимания полученного эффекта было необходимо исследовать, какие структурные превращения приводят к такому понижению твердости.

Известно, что структура мартенсита в закаленной быстрорежущей стали с помощью оптического микроскопа выявляется плохо. Обнаруживаются вытравившиеся границы зерен аустенитно-мартенситной структуры и нерастворившиеся при закалке карбиды. Первый отпуск при 500°С, завершённый на стадии «первичного разупрочнения», приводит к образованию структуры отпущенного мартенсита, о чем свидетельствует увеличение его травимости. Рентгеноструктурным анализом было обнаружено, что при этом происходит выделение некоторой фазы с межплоскостным расстоянием $d=2,08\text{Å}$, отражение от которой накладывается на линию (111) аустенита. Анализ данных ASTM Card File показал, что аналогичное межплоскостное расстояние $d(101)$ имеет карбид ϵ -Fe₂C с гексагональной решеткой, причем интенсивность этой линии составляет 100%.

Возможность образования ϵ -карбида на ранних стадиях отпуска закаленной стали также отмечалась в работах других авторов. Этот карбид характеризуется как промежуточный, метастабильный, как начальная стадия образования цементита в мартенсите и аустените. Периоды его кристаллической решетки равны: $a=2,754\text{ нм}$, $c=4,349\text{ нм}$. Для этого карбида характерна кристаллографическая ориентированность при выделении из мартенсита: $(0001)\epsilon \parallel (011)\text{м}$ и $(1011)\epsilon \parallel (101)\text{м}$. Относительно аустенита ϵ -карбид имеет следующие ориентировки: $(001)\epsilon \parallel (111)\gamma$ и $(001)\epsilon \parallel (658)\gamma$.

Исследование фазового состава показало, что первый отпуск, завершённый на стадии «первичного разупрочнения», приводит к выделению как в мартенсите, так и в аустените карбидов типа ϵ -Fe₂C, которые благодаря своей когерентности, расположены в структуре закономерным образом. При этом перераспределения легирующих элементов не происходит, так как изменения количества остаточного аустенита не наблюдается.

Таким образом, снижение твердости закаленной стали Р6М5 на начальной стадии первого отпуска (на стадии «первичного разупрочнения») можно объяснить срывом когерентности и выделением карбида ϵ -Fe₂C.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ЯКІСТЬ ЗАЛИВКИ РОТОРІВ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Чибічик О.А., Акімов О.В., Горощенко О.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Для вибору оптимальних параметрів технологічного процесу виготовлення відливок, зокрема на етапі проектування технології ливарної форми широко використовуються методи математичного моделювання. Математична модель дає можливість зрозуміти, як влаштована відливка та які найкращі способи керування процесом заливки за певних умов виробництва.

В основу дослідження якості заливки роторів електродвигунів були використані найвпливовіші фактори, на основі яких побудована математична модель технологічного процесу. Побудова моделі здійснюється за рахунок метода – ортогонального композиційного планування наукового експерименту. При цьому розроблена модель являє собою поліном другого ступеня, коефіцієнти якого в загальному випадку розраховуються методом найменших квадратів.

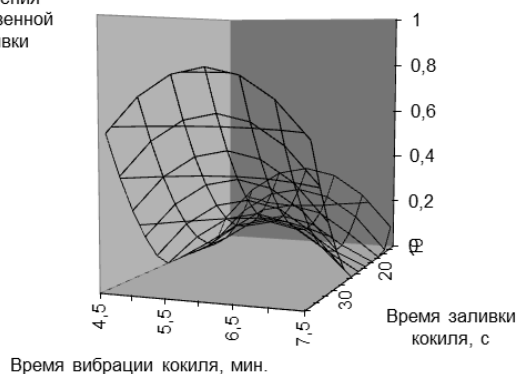
Таким чином, математична модель, яка зображує вплив технологічних параметрів заливки на її якість має вигляд:

$$P = 0,3008 - 0,130 \times T^2 + 0,0195 \times t_{зал}^2 - 0,1081 \times t_{виб}^2$$

В роботі також наведено результати чисельного моделювання, що дозволяють побачити одночасний вплив комплексу технологічних параметрів на якість заливки. Результати представлені у вигляді поверхні відгуку – значення ймовірності якісної заливки залежно від її часу і часу вібрації для різних фіксованих значень температури заливки.

Температура металла перед началом разливки 780 °C

Вероятность
получения
качественной
заливки



температура металла перед началом разливки 800 °C

Вероятность
получения
качественной заливки

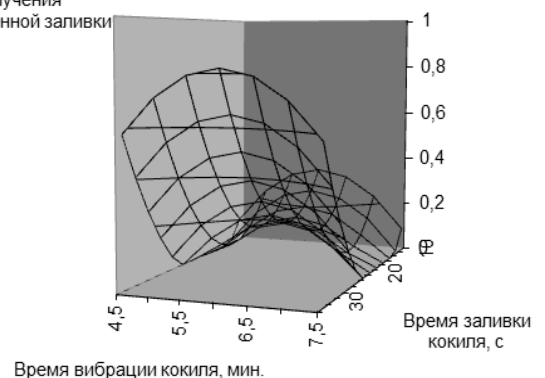


Рисунок 1. Ймовірність отримання якісної заливки залежно від її часу і часу вібрації.

Проаналізувавши отримані результати можна зробити висновок, що отримання якісної заливки слід очікувати при оптимальній температурі розплаву 790 °C при оптимальному часі заливки 32 с.

ВПЛИВ ВИХІДНОЇ СТРУКТУРИ СТАЛІ НА РІВЕНЬ ЗМІЦНЕННЯ ПРИ «ВТОРИННІЙ» ПОВЕРХНЕВІЙ ОБРОБЦІ

Шевченко С.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Взаємозв'язок вихідного стану сталі і термічних параметрів при високих швидкостях зміни температури в умовах імпульсних поверхневих обробок, здобуває велике значення. У залежності від вмісту вуглецю, хімічного складу, вихідної структури металу, яка отримана попередньою термічною обробкою, можливо при однакових режимах досягати значних розходжень у властивостях і структурно-фазовому складі обробленого поверхневого шару.

Метою дослідження було встановити залежність вихідної структури сталі на здатність сприймати зміцнення в процесі «вторинної» обробки, а саме рівень і глибину зміцнення. Для виконання поставленої мети була проведена попередня термічна обробка (відпал, гартування, гартування і відпуск) вуглецевих сталей У7 і 40 для одержання різного структурного стану і вивчені зміни мікроструктури і мікротвердості після наступного загартування струмом високої частоти (СВЧ).

Встановлено, що оптимальною вихідною структурою для подальшого зміцнення є структура відпущеного мартенситу, тобто перед вторинним загартуванням слід проводити попереднє загартування і низький відпуск. В результаті твердість зміцненого шару виходить 6120-5500 МПа, глибина зміцненої зони 1517 мкм (1,5 мм), структура - мартенсит.

Загартування вуглецевих сталей після нормалізації привела до зміцнення поверхневого шару до 5100-6060 МПа, глибина зміцненої зони до 850 мкм (0,8 мм), структура - мартенсит.

Вторинне загартування з початковою структурою мартенсит загартування не привела до максимального зміцнення поверхневого шару сталей. Структура поверхневого шару складається з відпущеного мартенситу і трооститу з твердістю 4200-5320 МПа, глибина зміцненої зони 1400 мкм. Ймовірно, із-за недостатньої швидкості охолодження, вторинне загартування супроводжувалося відпусткою, в результаті, твердість не досягла максимально можливого значення.

Структура після загартування і середнього відпустку - тростит відпустки (сталь У7), та після загартування і високої відпустки - сорбіт відпустку (сталь 40), в результаті вторинного загартування не отримала максимального зміцнення (3830 – 5080 МПа), припустимо, у зв'язку з тим, що час витримки в процесі вторинного загартування недостатньо, щоб наситити твердий розчин вуглецем. Структура поверхневого шару складається з дрібнодисперсного маловуглецевого мартенситу і карбідів.

Отримані в дослідницькій роботі результати «вторинного» загартування СВЧ можна поширити на інші поверхневі у тому числі і імпульсні обробки, наприклад, алмазно-іскрове шліфування (АІШ).

ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМІВ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ І ПРОЦЕСІВ

Шоман О.В.

**Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків**

В геометричному моделюванні розв'язуються прямі і обернені задачі, що складають два великі класи задач. Змістом перших є опис існуючих об'єктів і процесів на основі спостережень і результатів експериментів, других – відтворення об'єктів і процесів (або їх моделей) за аналітичними описами (розрахунками). Серйозна роль в геометричній інтерпретації приділяється анімаційному комп'ютерному моделюванню, яке є одним з наочних засобів дослідження динамічних процесів [1, 2]. Завдяки алгоритмам геометричного моделювання визначаються раціональні значення параметрів об'єктів і процесів для їх впровадження у практику. Розвиток математичних процесорів дозволяє реалізовувати ці алгоритми в реальному часі [3].

Дослідження реальних процесів і об'єктів стикається з обмеженнями застосування математичної моделі. Дані спостережень, на основі яких будують модель, не дають змоги вийти за межі задачі, що розв'язується, тобто застосувати більш ефективні методи з іншої, спорідненої за змістом задачі. За допомогою методів, що розглядаються, може бути одержана візуальна картина розвитку процесу в межах доступного для спостережень інтервалу. Під час досліджень вказано на дві важливі проблеми: проблема аналізу та оптимізації умов протікання процесу і проблема прогнозування розвитку процесу.

В результаті досліджень з'ясовано, що геометричні алгоритми комп'ютерної анімації прийнятні для моделювання певного класу задач, пов'язаних з моделюванням геометричних множин як виду подання інформації про об'єкт дослідження (хоча ці задачі можуть відноситися до різних науково-технічних галузей). Окремою проблемою залишається задача адаптації цих алгоритмів до конкретних впроваджень.

Література:

1. Куценко Л.Н. Анимационное моделирование в среде пакета Maple некоторых задач пожарной безопасности / Л. Н. Куценко, С. В. Росоха // Вестник Херсонского государственного технического университета. – 2002. – Т. 15, № 2. – С. 262–266.
2. Куценко Л.М. Геометричне моделювання деяких динамічних процесів в задачах пожежної безпеки / Л. М. Куценко, О. М. Ларін, О. В. Шоман // Праці НУ "Львівська політехніка". – Львів: НУ "Львівська політехніка", 2003. – С. 17–22.
3. Шоман О.В. Взаимосвязь геометрического моделирования объектов, явлений и процессов с информационными технологиями проектирования / О. В. Шоман, А. А. Дашкевич, В. Я. Даниленко // Труды Международ. науч.-метод. семинара "Инженерная геометрия и компьютерная графика. Теория и практика". – Алматы: КазНТУ, 2014. – С. 61–69.

ПОДІБНІСТЬ ТА ВІДМІННІСТЬ МЕХАНІЧНИХ ТА РЕЛАКСАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИ КІМНАТНІЙ ТЕМПЕРАТУРИ У КОМПОЗИТІВ МІДЬ – ТАНТАЛ, ОТРИМАНИХ МЕТОДОМ ДИФУЗІЙНОГО ЗВАРЮВАННЯ ЧЕРЕЗ ПРОШАРОК ФОЛЬГИ НІКЕЛЮ

Ящерицин Є.В., Терлецький О.С.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

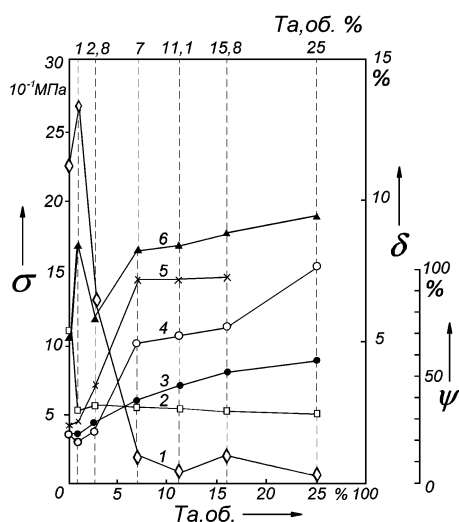


Рис.1. Залежність механічних властивостей ШКМ Cu-Ta від об'ємної доли Ta, випробуваних при 20 °C: 1 – δ ; 2 — ψ шарів міді; 3 — $\sigma_{0,05}$ розрах.; 4 – $\sigma_{0,05}$; 5 – $\sigma_{0,2}$; 6 – σ_B .

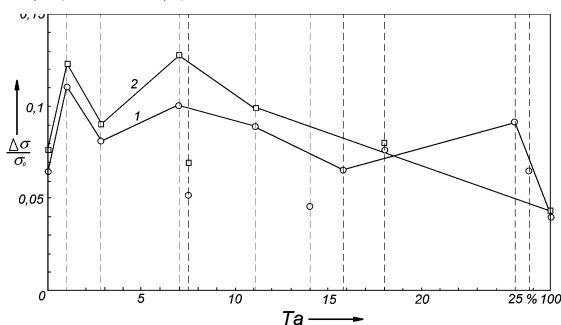


Рис.2. Залежність $\Delta\sigma/\sigma_0$ у ШКМ Cu-Ta від об'ємної доли Ta, при 20°C за час: 1– 400, 2 – 600 секунд відповідно.

Шаруваті композити (ШКМ) мідь-тантал виготовляли методом дифузійного зварювання через прошарок фольги нікелю з об'ємними долями (1; 2,8; 7; 11,1; 15,8 та 25 % Ta), при температурі – 1000°C, тривалості – 1 година, тиску в пристосуванні – близько 40 МПа і вакууму $\sim 1,3 \cdot 10^{-2}$ Па. Дослідження механічних та релаксаційних властивостей, розглянутих у доповіді, проводили при кімнатній температурі. Спираючись на характер кривих, представлених на рис.1, можна вказати на певну подібність кривих $\sigma_{0,05}$, $\sigma_{0,2}$ та σ_B . Так, починаючи з об'ємної доли у 2,8 % Ta, спостерігається різке зростання цих характеристик, але з 7 % Ta – знову слабкий темп їх підвищення. На ділянці ж від 0 до 2,8 % Ta спостерігається або невелике зниження та повільне зростання (крива $\sigma_{0,05}$), повільне зростання (крива $\sigma_{0,2}$) або ж стрибкоподібний ріст (от 0 до 1 % Ta) та різке падіння (крива σ_B). З метою оцінки відносної зміни спадання напруги релаксації $\Delta\sigma$ в ШКМ Cu-Ta, чистих компонентах, були побудовані графіки залежності $\Delta\sigma/\sigma_0$ від об'ємної доли танталу при фіксованому часі 400 і 600

секундах (рис.2). Як видно з рисунка, складові композитів (мідь і тантал) у вільному стані характеризуються близькими рівнями падіння напружень. При цьому на концентраційній залежності явно виявляється не монотонність, з'являються невеликі локальні мінімуми і максимуми, які не дозволяють судити про перевагу того чи іншого концентраційного інтервалу. Проте помітною є загальна тенденція на зниження значень $\Delta\sigma/\sigma_0$. Відсутність явної концентраційної залежності є наслідком близькості відносних падінь напружень в складових матеріалах при розвинутих пластичних деформаціях.

СЕКЦИЯ 7. КОМПЬЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАДИОПРОТЕКТОРНОГО ДЕЙСТВИЯ МИКРОВОЛН ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ УРОВНЕМ ИХ ИНТЕНСИВНОСТИ

Алмазова Е.Б.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Рассмотрены публикации, посвященные применению электромагнитных ЭМ волн СВЧ для влияния на радиационную устойчивость живых организмов. Отмечено наличие 2-х противоположных результатов: в 1-ой группе работ получено повышение радиационной стойкости биологических объектов, облученных микроволнами, во 2-ой группе работ микроволны понизили радиационную устойчивость. Продемонстрировано, что решающее значение имеет интенсивность микроволн. Интенсивность СВЧ излучения менее 10 мВт/см² увеличивает радиорезистентность. Интенсивность микроволн более 10 мВт/см² радиорезистентность уменьшает.

Функционирование биологической клетки - это обмен веществ между клеткой и межклеточной жидкостью по диффузионному механизму: скорость переноса определяется временем прохождения через плазматическую мембрану и примембранный неперемешиваемый водяной слой, во много раз превышающий толщину мембраны. В жидкости (в воде) всегда присутствует растворенный воздух и воздух в пузырьках. (При 20°C объемная доля «пузырькового» воздуха составляет $V_F = 5,8 \cdot 10^{-8}$; средний радиус пузырьков $R_{cp} = 20$ нм). Пузырьки присутствуют и в примембранном слое, перемещаясь в поле тяжести со скоростью пропорциональной R^2 (сила Архимеда), выполняя роль «наноперемешивателей». При облучении жидкого диэлектрика ЭМ волнами ЭМ энергия преобразуется в тепловую. Температура объекта увеличивается. При малых интенсивностях t°C повышается не более, чем на 0,1°C. Растворимость воздуха в жидкости уменьшается, пузырьки увеличиваются в размерах. Выросшие пузырьки перемешивают примембранный слой, уменьшая его толщину и увеличивая проницаемость системы «мембрана плюс примембранный неперемешиваемый слой».

Скорость биохимических процессов в клетке определяется уровнем ферментативной активности, зависящей от концентрации в среде низкомолекулярных органических веществ. Увеличение проницаемости системы «мембрана плюс примембранный неперемешиваемый слой» (вызванное фактом низкоинтенсивного - интенсивность не превышает 10 мВт/см², т.н. дотеплового, t°C не выше 0,1°C - колебания СВЧ волн) влечет за собой выход из клетки части органических субстратов, снижение их внутриклеточной концентрации. Ферментативная активность ускоряет процессы, включая стимуляцию пролиферации. Радиационные повреждения, возникшие после воздействия ионизирующей радиации будут успешнее репарироваться, чем в случае отсутствия облучения СВЧ волнами.

Интенсивность СВЧ излучения выше дотеплового, увеличивает проницаемость не только плазматической мембраны, но и внутриклеточных мембран, ограничивающих компартменты клетки. Это приводит к диффузионному расплыванию клеточных субстратов по объему клетки. Клетка функционирует в режиме, отличающемся от нормального, ее ресурсы быстро исчерпываются. Последующее воздействие ионизирующего излучения активизирует процессы разрушения и гибели клетки.

ЗАСТОСУВАННЯ ПЛАТФОРМИ ARDUINO У ФІЗИЧНОМУ ПРАКТИКУМІ

Андреев О.М., Андреева О.М., Лазаренко А.Г.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасне лабораторне обладнання для забезпечення навчальних фізичних експериментів має значну собівартість, тому доводиться шукати більш дешеві альтернативи, наприклад, мікроконтролери. Серед них цікавою є програмно-апаратна платформа Arduino, котра відрізняється легкістю в освоєнні, «відкритістю», кроссплатформеністю, ціною та майже не потребує додаткових елементів.

Також для неї розроблено: 1) значну кількість дешевих датчиків: вологості, температури, тиску, наближення, магнітного поля, освітленості, струму, гіроскопи, акселерометри; 2) різноманітні периферійні пристрої: Bluetooth, Wi-Fi, Ethernet та радіо модулі, цифро-аналогові (ЦАП) та аналогово-цифрові перетворювачі з великою роздільною здатністю, LCD і TFT індикатори, лазерні та ультразвукові модулі, шагові двигуни, сервоприводи та модулі для керування потужним навантаженням на основі реле і MOSFET (МОН) транзисторів, модулі SD карти. Плата Arduino являє собою мініатюрну плату, котра містить мікроконтролер (ATmega), інтерфейси введення-виведення інформації та перетворювачі сигналу.

Програмування мікроконтролера здійснюється за допомогою інтерфейсу USB в середовищі розробки Arduino IDE при використанні мови Processing/Wiring, схожої за синтаксисом з C++ або C#.

В роботі досліджено платформу Arduino Uno та розглянуто можливості її застосування для визначення оптичних і електричних характеристик світлодіодів. Плата Arduino Uno містить: 14 цифрових входів/виходів, 6 з яких підтримують широтно-імпульсну модуляцію, 6 аналогових входів; тактова частота становить 16 МГц, має 32 Кбайта пам'яті команд та 2 Кбайта SRAM-пам'яті даних, підключення до ЕОМ здійснюється за допомогою шини USB. В роботі окрім Arduino використовувались: світлодіод потужністю 3 Вт з драйвером живлення, датчик освітленості BH1750, SPP-C Bluetooth модуль, сервопривід SG 90, модуль з МОН транзистором IRF520, ЦАП (MCP 4725).

Керування датчиком та візуалізація отриманої інформації здійснювались за допомогою смартфона з операційною системою Android. Для сполучення смартфона та Arduino було написано програму з використанням середовища візуальної розробки android додатків App Inventor 2.

За допомогою створеної установки в роботі було досліджено діаграму спрямованості, вольт-амперну та ват-амперну характеристики світлодіода.

АНИЗОТРОПИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ХОЛЛА В ПЛЕНКАХ ВИСМУТА**Асеев А.С.***Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В данной работе продолжено изучение явлений переноса в конденсированных пленках висмута, структурное состояние которых обусловлено условиями изготовления. Ранее нами были обнаружены [1] качественные изменения удельного сопротивления и магнетосопротивления вблизи температуры подложки при конденсации $T_{\text{п}} \approx 98 - 102^\circ\text{C}$. Они были связаны с образованием дополнительной текстуры в пленках при росте $T_{\text{п}}$: вместо текстуры типа (00 ℓ), плоскости которой были параллельны подложке, возникала смешанная текстура (00 ℓ) и (012). При дальнейшем росте $T_{\text{п}}$ содержание первой текстуры уменьшалось, а второй, соответственно, увеличивалось. Причина наблюдаемых изменений электрофизических и гальваномагнитных свойств заключается в том, что свойства носителей заряда в висмуте являются сильно анизотропными. Некоторые свойства в базисной плоскости и в перпендикулярном направлении могут отличаться в несколько раз. Отметим, что в монографии Комника [2] имеется информация, что вблизи $T_{\text{п}} \approx 98 - 102^\circ\text{C}$ (для висмута) происходит смена механизма конденсации, вследствие этого наблюдались значительные изменения структурного состояния образцов, в том числе – разрушение имеющейся текстуры, чего в наших образцах не происходило.

На образцах толщиной 1,3 мкм, изготовленные в интервале температуры подложки от 96°C до 110°C , были измерены удельное сопротивление в нулевом поле ρ_0 , полевые зависимости магнетосопротивления в перпендикулярной (MR_p) и поперечной ($\text{MR}_\text{т}$) ориентировках магнитного поля относительно плоскости образца в поле до 1 Тл, полевая зависимость коэффициента Холла R_H в поле до 1 Тл. Измерения выполнялись с помощью разработанного ранее аппаратного комплекса [3] для автоматизации гальваномагнитных измерений. Обнаружено, что в образцах с текстурой типа (00 ℓ) величина R_H является положительной и составляет около $0,06 \text{ см}^3/\text{Кл}$, а в образцах преимущественно текстурой (012) – отрицательной величиной до $-0,5 \text{ см}^3/\text{Кл}$. Т.е. различие в R_H по модулю – около 10 раз. Коэффициенты магнетосопротивления с образованием второй текстуры увеличиваются в несколько раз, при этом ρ_0 изменяется на десятки процентов.

Литература:

[1] Асеев А.С., Авраменко Б.А., Равлик А.Г., Колупаева З.И. Влияние структурных факторов на магнетосопротивление конденсированных пленок висмута // Вестник ХНУ им. В.Н. Каразина. Серия «Физика». – Харьков: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2012. – №1020. – Вып. 17. – С. 36 – 41. [2] Комник Ю.Ф. Физика металлических пленок. Размерные и структурные эффекты. – М.: Атомиздат, 1979. – 264 с. [3] Асеев А.С. Автоматизация измерений при исследовании эффекта Холла / Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції «MicroCAD-2016», Ч.ІІ (18 – 20 травня 2016 р., Харків). – Харків: НТУ «ХПІ», 2016. – С. 4.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАЛЬКОГЕНИДНЫХ АМОРФНЫХ ПЛЕНОК

Белозерцева В.И., Дьяконенко Н.Л., Корж И.А., Лыках В.А.,
Синельник А.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В результате экспериментальных исследований по осаждению халькогенидных пленок $A^I\text{BiC}^{VI}$ ($A^I - \text{Li, K, Na, Rb}$; $\text{C}^{VI} - \text{S, Se}$) на относительно холодную подложку (300 K) было установлено, что получающиеся пленки имеют аморфную структуру. Аморфные слои имеют не атомно-гладкую поверхность, а состоят из кластеров размером от 5 до 15 нм. Кластеры не контактируют между собой, а имеют некоторую граничную область с меньшей атомной плотностью, чем внутри кластеров. Образование такой структуры обусловлено низкой температурой подложки, вследствие чего процессы упорядочения атомов не могут быть активизированы.

В данной работе для объяснения причин образования кластеров был выполнен теоретический анализ аморфной структуры; были выбраны два параметра порядка: среднее отклонение угла ковалентной связи от оптимального значения ϕ и среднее межатомное расстояние r .

Существует множество описаний межатомного взаимодействия: потенциал Морзе, модельный потенциал Ван дер Ваальса, потенциал Ленарда-Джонса. Параметр ϕ совместно с применением эллиптических функций, дает хорошее описание разориентации остронаправленных ковалентных связей, а также их

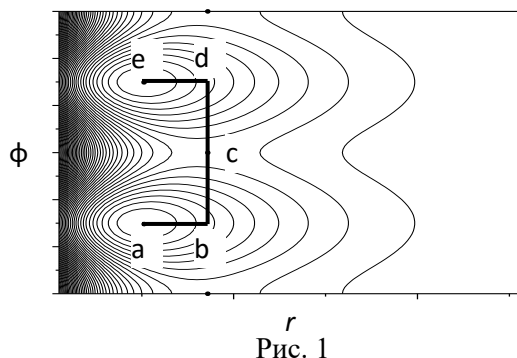


Рис. 1

периодичность. Вариация свободной энергии по параметрам порядка приводит к системе двух уравнений Лагранжа. Разделение переменных в данных уравнениях является нетривиальной задачей, поэтому был выбран прямоугольный путь, состоящий из трех прямых отрезков, как видно из рис.1. Путь проходит между двумя минимумами потенциала (a, e) и через седловую точку (c). На отрезках a-b и d-e изменяется только

межатомное расстояние при постоянном угле разориентировки. На отрезке b-c-d изменяется угол при постоянном межатомном расстоянии. Применение указанной процедуры разделения переменных позволяет найти

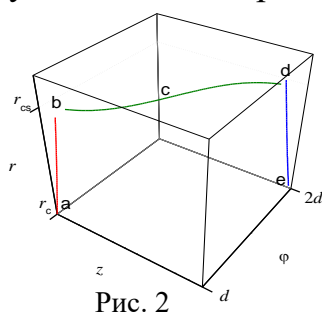


Рис. 2

пространственную зависимость параметров разупорядочения r и ϕ при переходе из одного кластера в другой.

На рис. 2 приведены результаты расчета параметров r , ϕ в зависимости от пространственной координаты z . Кластеры вносят отрицательный вклад в энергию изначально сильно неупорядоченной системы. Получены уравнения для границ кластеров и показано, что границы кластера содержат повышенное количество неупорядоченных связей.

ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВЕТРА В УКРАИНЕ

Веселова Н.В., Баранов Д.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Украина обладает значительными ресурсами ветровой энергии и может выйти на одно из ведущих мест в Европе по использованию энергии ветра. Анализ многолетних наблюдений метеостанций свидетельствует о том, что на Украине преобладают ветровые потоки со среднегодовыми скоростями ветра от 5 м/с. Такие ветровые потоки при современном уровне развития ветроэнергетических технологий позволяют экономически обоснованно использовать выше отмеченные регионы для строительства мощных ветроэлектростанций (ВЭС).

Распределение энергии ветра на территории Украины неравномерное, ветропотенциал на юге страны значительно выше, чем на севере. Наиболее благоприятными регионами являются: Карпаты (Львовская, Ивано-Франковская, Закарпатская, западная часть Черновицкой области), побережье Черного и Азовского морей (Одесская, Николаевская, Херсонская, Запорожская и Донецкая области). Площади территорий, подходящих для сооружения ВЭС, составляют 9 тыс. км². На этих территориях при использовании 30% площадей и при плотности строительства ВЭС 5-8 МВт/км² можно построить ВЭС общей мощностью 24 тыс. МВт и генерировать 40 млрд. кВт·ч электроэнергии в год. По площадям мелководных акваторий, пригодных для строительства ВЭС водного базирования, Украина находится на втором месте в мире (после Норвегии). С учетом возможных объемов инвестиций суммарную мощность ВЭС, которые могут быть построены в течение ближайших 10 лет в перспективных регионах Украины, по данным Института возобновляемой энергетики НАН Украины, можно оценить в 16 ТВт с возможным годовым объемом производства энергии около 32 млрд. кВт·ч /год. В настоящее время в Украине ветроэнергетическое оборудование изготавливают только несколько производителей, среди них завод «Южмаш», Новокраматорский машиностроительный завод (НКМЗ), компания Windelectric, Fuhrlander Wind Technology и др. Последние 4 года на Украине наблюдается бурное развитие ветроэнергетической отрасли, обусловленное, в основном, принятием Верховным Советом Украины в 2009 г. одного из самых высоких в Европе зеленого тарифа на электроэнергию, полученную на ВЭС мощностью свыше 2 МВт. Этот тариф составляет около 11,3 евроцента за 1 кВт·ч и будет действовать вплоть до 2030 г. Сейчас в стране работает 16 ВЭС. Таким образом, по состоянию на 31 декабря 2016 суммарная установленная мощность ветроэнергетической отрасли Украины составляет 437,8 МВт. В 2016 году ВЭС материковой части Украины 924,483 млн кВт·ч электроэнергии были проданы по "зеленому" тарифу в ОЭС Украины.

Литература:

1. Шефтер Я.И. Использование энергии ветра / Я.И. Шефтер – М.: Машино-строение. –1983. – 200 с.
2. Miller R.-F О развитии ветроэнергетики в населенных пунктах/ R.- F.Miller//Энергосбережение. Энергетика. Энеогоаудит. – 2016. - № 1. – С. 40-46.

ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТВЕРДИХ РОЗЧИНІВ $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ ПОБЛИЗУ ПЕРЕХОДУ НАПІВМЕТАЛ-НАПІВПРОВІДНИК

Богданов Ю.С., Дорошенко Г.М., Рогачова О.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Тверді розчини $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ між напівметалами вісмутом і сурмою відомі як найкращі низькотемпературні термоелектричні матеріали за температур $< 200 \text{ K}$. Необмежена розчинність у твердому стані і висока чутливість зонної структури до зовнішніх чинників (складу, температури, тощо) дозволяють вивчати вплив складу на електронний спектр і термоелектричні властивості $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ [1]. Відомо, що тверді розчини $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ при концентраціях сурми $x = 0.06 - 0.22$ являють собою вузькозонні напівпровідники, в яких за концентрацій $x \sim 0.06 - 0.07$ відбувається перехід від напівметалічних сплавів до непрямоzonних напівпровідників, а при $x \sim 0.08 - 0.09$ – перехід непрямоzonний - прямоzonний напівпровідник [2]. Можна очікувати, що подібна зміна зонної структури зі складом $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ буде проявлятися на концентраційних залежностях кінетичних властивостей. Раніше [3], поблизу $x \sim 0.06 - 0.07$, було виявлено аномальну ділянку на ізотермах механічних і термоелектричних властивостей. Однак ці дослідження проводилися з кроком по концентрації $\Delta x > 0.01$, що не дозволило виявити наявності двох концентраційних ділянок.

Мета роботи – детально дослідити залежності від складу твердих розчинів $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ коефіцієнта Зеебека S і електропровідності σ в інтервалі концентрацій $x = 0.045 - 0.095$ ($\Delta x = 0.0025 - 0.005$). Об'єкти дослідження – полікристалічні злитки $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$, що були отримані сплавленням Bi і Sb у вакуумованих кварцових ампулах, гартуванням на повітрі з подальшим відпалом при 520 K протягом 720 годин. Вимірювання σ проведено чотирьохзондовим методом, а S -- компенсаційним методом відносно Cu електродів за кімнатної температури.

Підтверджено аномальну поведінку термоелектричних властивостей $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ (різкий зріст σ та зменшення S) поблизу переходу напівметал - непрямоzonний напівпровідник при $x \sim 0.065 - 0.07$. Вперше на залежності $\sigma(x)$ виявлено збільшення σ у інтервалі концентрацій $x \sim 0.075 - 0.085$. Складний характер залежності $\sigma(x)$ пов'язується з послідовною реалізацією електронних фазових переходів напівметал-непрямоzonний напівпровідник і непрямоzonний - прямоzonний напівпровідник.

Література:

1. Анатычук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства: справочник. Киев: Наукова думка, 1979. – 763 с.
2. Брандт Н.Б. Исследование энергетического спектра электронов в сплавах Bi-Sb / Н.Б. Брандт, Л.Г. Любутина, Н.А. Крюкова // ЖЭТФ. – 1967. – Т. 53. – № 1(7). – С. 134–141.
3. Rogacheva E.I. Anomalies in the isotherms of the thermoelectric properties of Bi-Sb solid solutions / E.I. Rogacheva, A.A. Drozdova, M.S. Dresselhaus // Proc. 25th Int. Conf. on Thermoelectrics. – 2006. – P. 107-110.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИВЛЕЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ МЛАДШИХ КУРСОВ К НАУЧНОЙ РАБОТЕ

Галушак И.В., Меньшов Ю.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Согласно образовательным программам, бакалавры, выпускаемые НТУ «ХПИ», должны не только овладеть материалом, изложенным в курсах предметов программы, но быть способными самостоятельно выполнять поставленные научные задания, решать научные и инженерные задачи и проблемы и отвечать за результаты своей деятельности.

Для достижения этой цели необходимо с младших курсов формировать у студентов научно-практическую парадигму, привлекая их к посильному участию в реальных научно-практических разработках, к постановке и описанию новых лабораторных работ и лекционных демонстраций, участию в научных студенческих конференциях и т.п. Это даст возможность субъектам образования глубже и в более широких пределах усвоить изучаемый предмет (в частности, курс общей физики), научит правильно использовать теоретические знания и эмпирические навыки, поможет заложить основы осмысленной и целенаправленной научно-инженерной деятельности в будущем. Сотрудничество с научным руководителем в одной из обозначенных сфер научно-прикладного творчества поможет студентам овладеть требуемыми компетентностями. А именно: 1) способностью выполнять выбранный вид научной работы, овладевая при этом дополнительными знаниями по предмету, выходящими за рамки учебного курса; 2) формированием и ясным пониманием целей данной научной работы; 3) определением и классификацией объектов, процессов и явлений, на исследование которых направлена деятельность; 4) приобретением научно-прикладных знаний и умений для достижения поставленных задач.

Коммуникация руководителя с малыми группами студентов, вовлеченных в реализацию конкретных проектов, будет способствовать развитию взаимосвязей в студенческом коллективе для совместной научной деятельности через передачу информации, согласование действий, субординацию, мозговые штурмы, распределение обязанностей. Участие в научных проектах поможет привить интерес к предмету, обрести навыки правильного подбора источников информации и умение работать с литературой, раскрыть творческий потенциал каждого студента, осознать ценность получаемого образования, а также возможности и перспективы, раскрываемые им в будущем, овладеть лидерскими качествами, необходимыми в работе современного инженера.

Такая деятельность помогает привить и общечеловеческие ценности: осознание своей роли в обществе, желание применить свои знания и умения на благо своей страны, культуру межличностных взаимоотношений, интеллигентность, повышение общего интеллектуального уровня, осознание современных экологических проблем и поиск путей их решения.

ПРИНЦИПИ ПРОСТОТИ, ГАРМОНІЇ І СИМЕТРІЇ ЯК СКЛАДОВА «ДУГИ ЕЙНШТЕЙНА»

Гапоченко С.Д.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

А. Ейнштейн запропонував трьохшарову структуру теоретичної фізики: нижній рівень – експериментальні факти, верхній рівень – основні аксіоми теорії, проміжний рівень – твердження, які отримують із аксіом логічним (математичним) шляхом. Він також стверджував, що ніякого логічного шляху, який веде від нижнього рівня до верхнього, не існує. Шлях від нижнього до верхнього рівня називається «дугою Ейнштейна». Сам Ейнштейн вважав, що процес побудови фундаментальної фізичної теорії є, значною мірою, інтуїтивним стрибком.

Хоча на цей час в історії науки, зокрема, фізики, домінують раціональні реконструкції історії науки (К. Поппер, І. Лакатос та інш.), та деякі вчені у своїх роботах показують, що суттєву роль у розвитку теоретичної фізики відіграють метафізичні чинники, а саме теологічні чинники, філософсько-методологічні концепції та інш. Особливе місце серед факторів впливу посідають естетичні принципи гармонії і симетрії, які складають об'єктивний зміст краси фізичного знання.

Починаючи з античних часів і до сьогодення, багато мислителів та вчених добігають думки, що краса фізичної теорії є одним із методологічних регулятивів наукового знання. Тобто, народженню нової ідеї, відкриття, наукової гіпотези передують виникнення безросередньо у вченого розуміння, сенсу, пов'язаного із красою.

Одним із атрибутів краси фізичного закону є його простота. Так, В. Гейзенберг аналізуючи діяльність фізика-теоретика, який за його словами, вибудовує математичні образи, за якими він намагається впорядкувати природу, він зауважував: «З'ясовується, що ці математичні образи є істинними, ідеями, що складають основу природних подій, не тільки тому, що вони правильно описують досвід, але також, і, насамперед, з причини своєї простоти і краси».

Подібної точки зору притримувалися А. Ейнштейн, П.Дірак, Е.Шредингер та низка інших відомих фізиків та математиків. Звичайно вони не намагалися принизити гносеологічну роль експерименту у пізнанні довколишнього світу, але були впевнені у тому, що становленню фізичної теорії досить часто передують розвиток математичного формалізму, красота рівнянь якого може бути певним гарантом для успішного використання в описі фізичних процесів об'єктивної реальності.

Таким чином, наукова творчість завжди більшою чи меншою мірою пов'язана із естетичними відчуттями вченого. Естетичний чинник є суттєвою складовою процесу побудови нового фізичного знання.

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИНЖЕНЕРНЫХ ВЫРАЖЕНИЙ ДЛЯ ТОКОВ В ЭКРАНАХ КАБЕЛЕЙ, ЗАЗЕМЛЕННЫХ С ОБОИХ КОНЦОВ

Гринченко В.С., Ткаченко А.О.

ГУ «Институт технических проблем магнетизма
Национальной академии наук Украины», г. Харьков

При прокладке высоковольтных трехфазных кабельных линий (КЛ) широко используются кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена. Основными элементами этих кабелей являются токоведущая жила, изоляция и медный экран. В экранах при их заземлении с обоих концов КЛ индуцируются продольные токи. Расчет этих токов – актуальная задача, поскольку они могут нарушать тепловой режим и снижать пропускную способность КЛ. В руководстве *Правила улаштування електроустановок, 5 вид., 2014* приведены инженерные выражения для токов в экранах при укладке кабелей в плоскости и треугольником. Однако границы применимости этих выражений не указаны.

В своих предыдущих работах, опубликованных в *Техн.електрод., №2, 2017* и *Електротех.електромех., №2, 2017*, авторы разработали модель КЛ с двусторонне заземленными экранами, получили аналитические выражения для токов в экранах и экспериментально их верифицировали.

Целью данной работы является анализ погрешностей ε инженерных выражений для токов в экранах кабелей. Для каждого кабеля находилось относительное отклонение тока, рассчитанного при помощи инженерных выражений, от истинного значения. Среднеквадратичное значение для трех кабелей КЛ определяло погрешность ε . На рис. 1 и рис. 2 представлены распределения погрешности ε инженерных выражений для токов в экранах при прокладке кабелей, соответственно, в плоскости и треугольником. По осям отложены безразмерные параметры $Q = \mu_0 \omega / (2\pi R^*)$ и $\Delta = s/r$, где $\omega = 2\pi \cdot 50 \text{ с}^{-1}$ – частота тока; R^* – сопротивление единицы длины экрана кабеля, Ом/м; s – расстояние между осями соседних кабелей, м; r – радиус сечения экрана, м; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$ – магнитная постоянная.

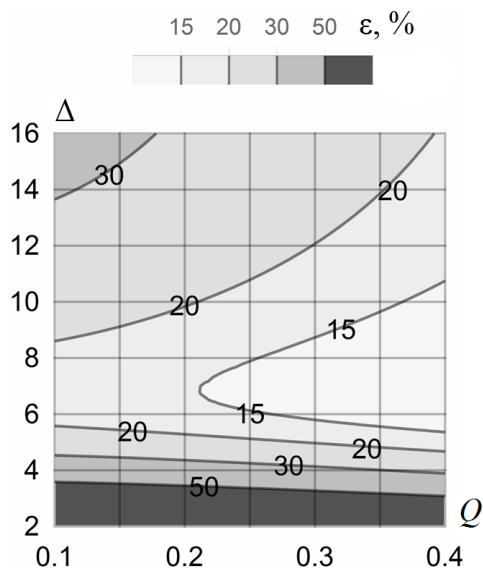


рис. 1

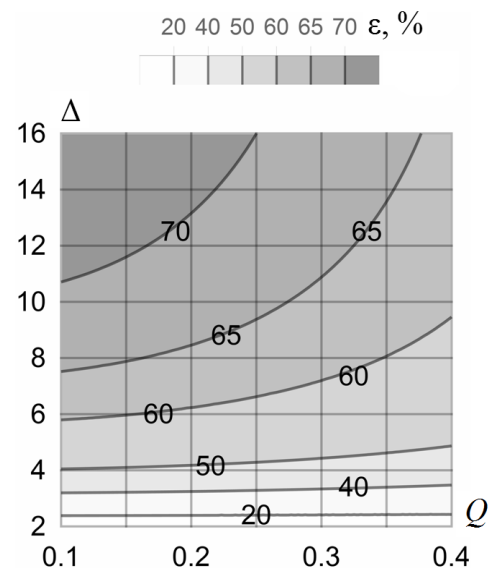


рис.2

СТРУКТУРА ТА ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛІВОК CdS, ОТРИМАНИХ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО РОЗПИЛЕННЯ

Доброжан А.І., Хрипунов Г.С., Копач Г.І., Харченко М.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В плівкових гетеросистемах CdS/CdTe, перспективних для створення фотоелектричних перетворювачів наземного використання, в якості широкозонного вікна використовується шар CdS, який дозволяє зменшити негативний вплив поверхневої рекомбінації нерівноважних носіїв заряду за рахунок видалення області їх активної генерації від освітлюваної поверхні.

Досліджені структура і оптичні властивості плівок сульфідів кадмію, отриманих методом магнетронного розпилення на постійному струмі. В розробленій лабораторній технології конденсації плівок CdS використовувалась конструкція магнетрона, особливість якої полягала в тому, що контур охолодження охоплював тільки магнітну систему, в результаті чого не відбувалось примусове охолодження розпилюваної мішені. Для здійснення процесу термоелектронної емісії електронів з матеріалу мішені для розпалювання плазмового розряду проводився попередній нагрів мішені протягом 10-15 хв. Плівки CdS конденсувались на скляні підкладки в різних фізико-технологічних режимах: температура підкладки $T_{\text{п}} = 120-200^{\circ}\text{C}$, тиск інертного газу $P_{\text{арг}} = 0,9-1$ Па, струм магнетронного розряду $I = 20$ мА, напруга на магнетроні $V = 550-600$ В, час нанесення 5 хв.

На рентгендифрактограмах плівок сульфідів кадмію спостерігається тільки один пік на куті $2\theta = 30,62^{\circ}$, що відповідає відбиттю (111) кубічної модифікації або (002) гексагональної фази CdS. Характерна товщина досліджених шарів сульфідів кадмію ≈ 200 нм. Після відпалу шарів CdS у вакуумі 10^{-4} Па при температурі $400-420^{\circ}\text{C}$ на протязі 30 хвилин на дифрактограмах виявлений тільки один пік на куті $2\theta = 32,8^{\circ}$, який відповідає відбиттю (101) стабільної гексагональної фази CdS.

Аналіз спектрів пропускання зразків свідчить, що в діапазоні довжин хвиль 500-1100 нм плівки CdS мають прозорість на рівні 80%. Графічний аналіз спектральної залежності коефіцієнту пропускання $T=f(\lambda)$ у координатах $\alpha^2=f(h\nu)$, де α - коефіцієнт оптичного поглинання, $h\nu$ - енергія квантів падаючого світла, свідчить щодо наявності прямих дозволених оптичних переходів. Ширина забороненої зони CdS в отриманих плівках складає 2,38-2,41 еВ. Оптична прозорість відпалених плівок CdS досягає 90% в усьому спектральному інтервалі довжин хвиль.

Таким чином, можна стверджувати, що вирощені методом магнетронного розпилення на постійному струмі та відпалені у вакуумі шари сульфідів кадмію стабільної гексагональної модифікації можуть ефективно використовуватись в якості широкозонних вікон в плівкових сонячних елементах на основі гетеропереходу CdS/CdTe.

МЕТОД МОДЕЛИРОВАНИЯ АЛЬТЕРВЕРСНОГО ПРОСТРАНСТВА

Дульфан А.Я., Фатьянова Н.Б.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Введение понятия об альтерверсальном пространстве $\{x, ic_\tau \tau_\tau\}$ позволяет продолжить построение альтерверса события вспышки света на объекте А в районе точки k_3 событийного пространства Минковского.

Для дальнейшего важно осознать одну особенность соотношения неопределенностей для энергии и времени:

$$\Delta E \Delta t \geq \hbar$$

Если рассматривать применимость этого соотношения к точке t_0 , то возможны два варианта флуктуационного изменения энергии в этой точке.

Первый: при $\Delta t > 0$ значение $\Delta E > 0$. Это значит, что в точке $\Delta ic(t_0 + \Delta t_{t_0})$ (т.е. в будущем точки t_0) энергия элемента построенной решетки справа от точки t_0 больше, чем в самой точке t_0 . Исходя из принципа локального сохранения энергии такая флуктуация означает уменьшение энергии в настоящем и увеличение её в будущем.

Второй: при $\Delta t < 0$ значение $\Delta E < 0$. Это значит, что в точке $\Delta ic(t_0 - \Delta t_{t_0})$ (т.е. в прошлом точки t_0) энергия элемента построенной решетки слева от точки t_0 меньше, чем в самой точке t_0 . Исходя из принципа локального сохранения энергии такая флуктуация означает увеличение энергии в настоящем и уменьшение её в прошлом.

Проведенный анализ показал, что в пространстве $\{x, ict\}$ именно прошлое является активным фактором влияния на настоящее (добавление энергии стимулирует актуализацию латентных процессов), тогда как будущее консервативно влияет на настоящее (уменьшение энергии тормозит протекание уже идущих процессов и препятствует актуализации латентных).

Однако в пространстве $\{x, ict, ic_\tau \tau_\tau\}$ для внешнего наблюдателя картина будет иной. Во вневременном сечении этого пространства плоскостью $\{x, ict\}$ выбранном внешним наблюдателем, в отсутствие объекта А флуктуации энергии в каждой ячейке построенной сети будут случайным образом варьироваться течением времен τ_j в альтерверсальных пространствах $\{x, ic_\tau(\tau_j)\tau_j\}$. При этом картина фиксации внешним наблюдателем ячеек, содержащих необходимую для события вспышки света в точке k_3 энергию, будет соответствовать картине равновесного броуновского движения точек (ячеек сети с пороговой энергией возникновения вспышки света) по части плоскости $\{x, ict\}$ в пределах светового конуса точки k_3 .

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВАКУУМИРОВАНИЯ КРИОСОСУДОВ

Жунь Г.Г.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Материалы, используемые в изоляционной полости криососудов (изоляционные, адсорбционные, стеклопластиковые, конструктивные) имеют развитую поверхность и содержат в адсорбированном и растворенном состоянии значительные объемы газов и паров различных веществ (H_2O , N_2 , CH_4 , CO_2 и других). Поэтому в вакууме эти материалы характеризуются большим газоотделением.

Промышленные криососуды находятся в эксплуатации в течение 10 лет и более. Их тепловое совершенство в значительной мере определяется продолжительностью поддержания в теплозащитных пакетах экранно-вакуумной теплоизоляции (ЭВТИ) оптимального вакуума $P_0 \leq 10^{-3}$ Па с использованием адсорбционных вакуумных насосов. Для уменьшения газоотделения материалов теплозащиты в процессе эксплуатации криососуды (после их сборки) подвергаются термовакuumной дегазации (вакуумированию сначала форвакуумным насосом в течение 3 суток, а затем диффузионным паромасляным – на протяжении 4 суток с одновременным нагреванием в специальных электропечах). При этом температура нагревания криососуда должна поддерживаться на уровне 380-390 К, но она часто бывает на 30-40 градусов ниже. В результате в криососудах с низкой температурой нагревания не происходит должная глубокая дегазация изоляционных материалов и продолжительность поддержания оптимального вакуума P_0 в изоляционной полости резко сокращается. Установлено, что если, например, термовакuumная дегазация осуществляется при температурах 340, 350 и 360 К, то оптимальный вакуум P_0 в изоляционной полости поддерживался в течение 2, 4 и 5 лет соответственно. Дегазация криососудов при 380-390 К увеличивает срок поддержания в них параметра P_0 до 9-12 лет.

Установлено, что характеристикой глубины дегазации материалов является величина удельного газоотделения W ($m^3 \cdot Pa \cdot s^{-1} \cdot kg^{-1}$). Исследовано, что достижение в процессе откачки для материалов изоляционной полости газоотделения $W_0 \leq 10^{-5} m^3 \cdot Pa \cdot s^{-1} \cdot kg^{-1}$ (названного оптимальным) является свидетельством осуществленной глубокой дегазации и возможностью длительного поддержания оптимального вакуума P_0 .

В связи с этим в процессе изготовления криососудов введен контроль величины газоотделения с помощью разработанного устройства с калиброванной мембраной. Только после достижения для изоляционной полости оптимального газоотделения W_0 процесс термовакuumной дегазации прекращается и криососуды из электропечи удаляются.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОЛНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХОЛОДА ПАРОВ В КРИОСОСУДЕ

Жуль Г.Г., Борщ О.Е.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Ранее изготавливаемые длительное время в больших количествах азотные криобиологические сосуды (как в нашей стране, так и зарубежом) для новейшей технологии размножения высокопородистого крупного рогатого скота были низкого качества, несмотря на использование в их теплозащите самой низкотеплопроводной экранно-вакуумной теплоизоляции (ЭВТИ). Причины этого были неизвестными, так как не существовали теоретические или экспериментальные методы их исследования с целью оптимизации.

Одной из причин этого могло быть низкое использование холода паров азота в дренажной горловине криососуда. Теоретически М.Г. Каганер, например, показал, что в криососудах с жидким азотом, водородом и гелием использование холода паров позволяет уменьшить суммарные теплопритоки в 2,1; 8,5 и 79,3 раза соответственно. Однако какова реальная величина данных параметров в криососудах (и других криогенных системах) и от каких факторов они зависят не было известно, поскольку не существовало методики их определения. Поэтому при проектировании и разработке конструкций и технологий изготовления криососудов данному методу их совершенствования не уделялось должное внимание.

Для решения данной задачи были впервые разработана методика и устройства, позволившие экспериментально определить важнейшую характеристику криососуда – степень использования в нем холода паров N_2 , H_2 и He . В данных исследованиях использование холода паров экспериментально изменялось от минимальной величины (≈ 0) до предельной с использованием шести модификаций криососуда с различными конструкциями пробок в горловине и узлов соединения торцов монтируемых на нем полос ЭВТИ с горловиной. В результате было установлено, что максимальная степень использования холода N_2 , H_2 и He (равная 1,67; 4,8 и 40,2 соответственно) для уменьшения суммарных теплопритоков в криососуде обуславливается комплексом из 13 выявленных оптимизирующих параметров. Теоретические значения данных параметров оказались в 1,3-1,9 раза выше, что связано с неправильным представлением механизма тепломассообмена в многомерной теплозащитной конструкции с ЭВТИ на криососуде.

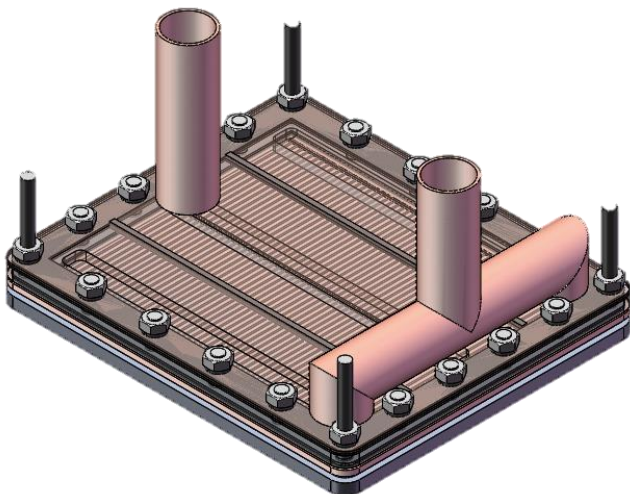
Проведенные исследования позволили установить, что низкая эффективность ранее изготавливавшихся серийных криососудов была обусловлена незначительным (всего $\sim 19\%$) использованием в них холода паров N_2 . Увеличение до максимума их использования позволило повысить ресурс работы, например сосуда Х-34Б с жидким азотом со 130 до 250 суток. После этого в изготавливаемые криососуды были внесены новые конструкции и технологии, которые способствовали полному использованию в них холода паров криоагентов для уменьшения суммарных теплопритоков и увеличения ресурса работы.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛООБМІННОГО БЛОКУ З МІКРОКАНАЛАМИ ДЛЯ КОМБІНОВАНОЇ ФОТОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

Зайцев Р.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Розроблена фотоенергетична установка на основі багатоперехідних кремнієвих ФЕП з вертикальними діодними комірками або з ФЕП на основі арсеніду галія, яка має систему позиціонування та управління, що дозволяє збільшити кількість світлової енергії, що надходить на поверхню енергетичної установки, має багато переваг. Така фотоенергетична установка буде виробляти не тільки електричну енергію, а й теплу воду. Але поряд із цим, виявилися суттєві недоліки щодо рівномірного охолодження встановлених ФЕП, котра потребувала окремого вирішення.



Метою роботи було проведення математичного моделювання теплообмінного блоку для фотоенергетичної установки на основі загальних моделей теплообміну при примусовій циркуляції рідини.

Обрано теоретичне підґрунтя та проведено теоретичні розрахунки теплообмінних процесів при перетворенні сонячної енергії в виготовленому теплообмінному блоці фотоенергетичної установки, які

показали, що найбільш ефективним є плоский теплообмінник з реалізацією в ньому турбулентного потоку рідини.

Для визначення коефіцієнту теплопередачі при заданій температурі теплоносія і температурі поверхні, що обтікається, необхідно визначити градієнт температури на стінці теплообмінника. Градієнт температури можна визначити з рішення рівняння енергії, котре в свою чергу залежить від розподілу швидкості потоку в області протікання, що розглядається. В загальному вигляді рішення задачі конвективного теплообміну для протікання рідини вздовж площини зводиться до рішення наступної системи диференціальних рівнянь. Така система рівнянь в загальному вигляді не піддається аналітичному вирішенню, тому розглядаються окремі випадки.

Проведено аналіз потоку рідини, який підтвердив протікання у турбулентному режимі, котрий дає максимальний коефіцієнт теплопередачі, і, як наслідок, забезпечує досягнення рівномірності охолодження та низької температури при мінімальних затратах енергії на створення потоку рідини.

На підставі проведених розрахунків розроблено запропонований вдосконалений теплообмінний блок та проведено уточнення вимог до технічних характеристик фотоенергетичної установки, розроблено перелік комплектувальних виробів і матеріалів.

АПРОБАЦІЯ ВДОСКОНАЛЕНОГО ТЕПЛООБМІННОГО БЛОКУ ДЛЯ ФОТОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

Зайцев Р.В.¹, Кіріченко М.В.¹, Зайцева Л.В.²

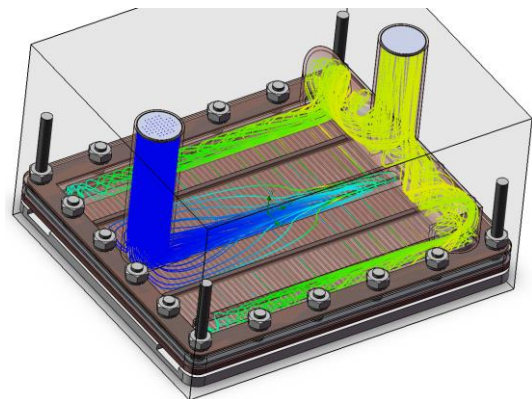
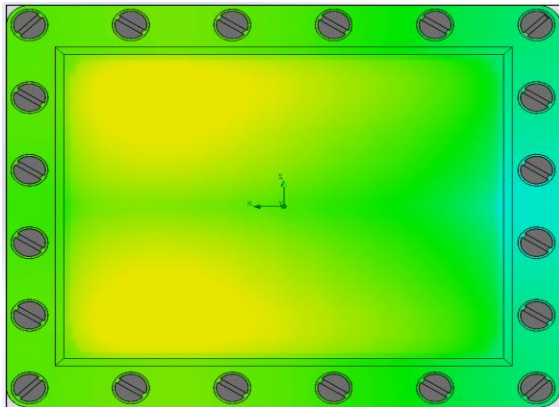
¹ *Національний технічний університет*

«Харківський політехнічний інститут»,

² *Національний аерокосмічний університет ім. М.Е. Жуковського,
м. Харків*

Світові тенденції розвитку енергетичного ринку та пов'язаного з цим зростання споживання природних енергетичних ресурсів переконливо показують необхідність пошуку додаткових джерел енергії, які змогли б компенсувати нестачу наявних ресурсів, а в ідеалі – повністю замінити їх. Найбільш розповсюдженим типом ФЕП є приладові структури на основі моно- та полікристалічного кремнію товщиною до 200 мкм. Основною проблемою їх широкомасштабного використання є висока ціна електричної енергії яку вони виробляють, що обумовлено високою матеріало- та енергоємністю технологічного процесу виготовлення. Для зниження ціни ФЕП перспективним є використання систем, які працюють в умовах концентрованого сонячного випромінювання. Використання дзеркал дозволяє в сотні разів знизити витрати ФЕП. Проте застосування ФЕП на основі кремнію традиційної конструкції при концентрованому сонячному випромінненні призводить до зниження ККД на порядок. В той же час використання багатоперехідних кремнієвих ФЕП з вертикальними діодними комірками з підвищенням інтенсивності сонячного опромінення демонструє підвищення ККД.

Метою цієї роботи було проведення апробації основних параметрів теплообмінного блоку для такої фотоенергетичної установки на основі загальних моделей теплообміну при примусовій циркуляції рідини.



На підставі проведених розрахунків розроблено запропонований вдосконалений теплообмінний блок та проведено уточнення вимог до технічних характеристик фотоенергетичної установки, розроблено перелік комплектувальних виробів і матеріалів.

Проведено аналітичну апробацію теплообмінника та визначено, що при обраних параметрах фотоенергетичної установки, теплообмінний блок забезпечує стабільну робочу температуру на рівні менше 50 °С при цьому швидкість потоку теплоносія складає 0,3 м/с. Зазначена температура є оптимальною для роботи сонячної батареї при мінімальних затратах енергії на створення потоку рідини.

ТРАНСПОРТНЫЕ И МАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В НАНОПРОВОДНИКАХ СО СЛАБОЙ ЭКРАНИРОВКОЙ ПОЛЯ

Копелиович А.И., Петренко Л.Г.

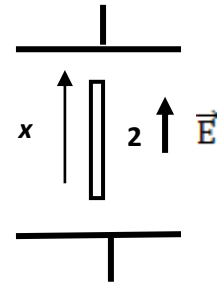
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В работе рассмотрена возможность существования проводников наноразмеров, свойства которых существенно отличаются от известных из-за аномально слабых кулоновских полей, создаваемых носителями тока в этих проводниках. На рис. 1 изображен тонкий проводник в переменном поле конденсатора.

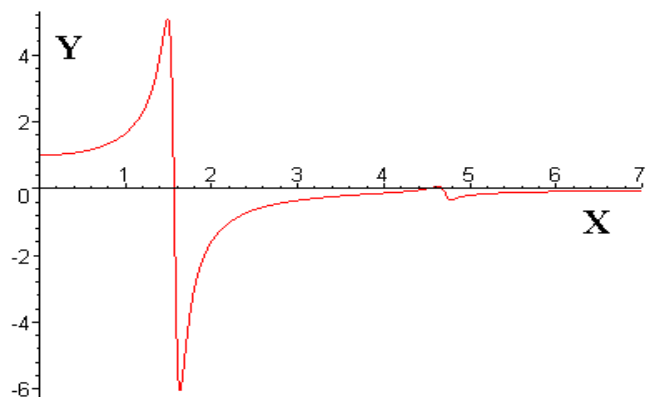
Нами показано, что при выполнении неравенства

$$e^2 \Pi \ln \frac{L}{a} \ll \varepsilon,$$

где e – заряд носителя, Π – плотность состояний носителя на единицу энергии и единицу длины проводника, L и d – длина и наименьший размер проводника соответственно, ε – диэлектрическая проницаемость, созданная связанными носителями, электрическим полем неравновесных носителей можно пренебречь. Это неравенство является достаточно жестким: его выполнению способствуют малая эффективная масса носителей, высокое значение ε (в некоторых полупроводниках оно достигает нескольких сотен), высокая температура, превышающая энергию Ферми носителей.



Показано, что транспортным свойствам таких проводников характерны резонансы частотной зависимости проводимости типа резонансов звуковой волны в резонаторе. Наблюдение указанных свойств облегчается, если проводник поляризован по спину, в этом случае во внешнем магнитном поле он становится магнитным квадруполем и его реакция на



внешнее электрическое поле отражается в создаваемом им магнитном поле. На рис. 2 показана частотная зависимость квадрупольного момента проводника, видны два первых резонанса волн плотности носителей тока.

Найден электроспиновый эффект в проводниках рассмотренного типа. Показано, что приложенное электрическое поле изменяет магнитное поле вокруг рассмотренного проводника-магнетика в значительно большей степени, чем в случае магнитных проводников, хорошо экранирующих внешнее поле.

Литература:

1. Копелиович А.И., Петренко Л.Г. Транспортно-спиновые явления в нанопроводниках с большим радиусом экранирования. «Low Temperature Physics» / «Физика низких температур», 2017, т.43, №2, с.253-258.

ВПЛИВ СОНЦЯ НА МАГНІТНЕ ТА ЕЛЕКТРИЧНЕ ПОЛЕ ЗЕМЛІ

Крахмальов О.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Магнітне поле навколо Землі, існування якого зумовлено фізичними властивостями земної кулі, виявляється наочно своїми діями на магнітну стрілку. Вільно підвішена магнітна стрілка в кожній точці земної кулі встановлюється в певному положенні (на цьому і засновано улаштування компаса). Магнітне поле Землі, як і будь-яке інше магнітне поле, має такі властивості: намагнічує залізо, яке знаходиться в ньому; індукціює в рухомих провідниках електричні токи; справляє пандеромоторну дію (переміщення матеріальних часток); може змінювати розмір і форму тіл, що піддаються намагнічуванню (магнітострикція); впливає на процеси кристалізації та оптичні властивості речовини та ін. Причому рух матеріальних часток супроводжується нагріванням тіла. Спостереження дозволяють припускати, що досить потужне магнітне поле впливає на течію деяких біологічних процесів. Наприклад, магнітне поле впливає на метали, які входять в систему живої речовини рослинних і живих клітин (залізо, магній), через що можливі деякі зміни окислювальних процесів.

Кисень має високу магнітну схильність, яка у нього в 150 разів більше, ніж у інших газів. Під впливом магнітного поля молекули кисню намагнічуються і починають притягуватися магнітом і, таким чином, відбувається переміщення молекул кисню повітря. Можна припустити, що коливання магнітного поля Землі в деякій мірі впливають на магнітні властивості кисню атмосфери і на розподіл його в північних і південних широтах.

Розрізняють постійне магнітне поле Землі, існування якого зумовлено магнетизмом земної кулі, і змінне магнітне поле, яке виникає через появу електричних токів в верхніх шарах земної атмосфери або навіть за її межами. Коливання напруженості змінного магнітного поля не перевищує 1 % напруженості постійного магнітного поля Землі. Коливання напруження магнітного поля Землі можуть бути дуже різними, починаючи з короточасних незначних відхилень від звичайної напруженості поля до магнітних бурь. Коливання магнітного поля тісно пов'язані з діяльністю Сонця.

Поряд з магнітними властивостями, земна куля має певний електричний заряд, в результаті якого створюється електричне поле. Електричний заряд Землі зазвичай має негативний знак, тоді як в нижніх шарах атмосфери наявні позитивні об'ємні заряди. Наявністю в атмосфері Землі заряджених часток (іонів) пояснює такі явища, як електричні заряди хмар, грозові розряди, полярні сяйва та ін. Найголовнішим іонізатором атмосфери Землі є Сонце, яке впливає на стан електричного і магнітного полів, за допомогою яких може здійснюватися вплив Сонця на живі та рослинні організми.

ШТУЧНІ ДЖЕРЕЛА ВИДИМОЇ РАДІАЦІЇ
Крахмальов О.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Використання тільки інфрачервоного випромінювання Сонця часто технічно виявляється дуже складним, оскільки на тіло людини діють видиме і ультрафіолетове випромінювання. Таким чином, джерела, які мають температуру більш ніж 600 °С, можуть бути використані для одночасного впливу інфрачервоними та видимими променями. У випадках, коли необхідна дія тільки інфрачервоного випромінювання, найбільш поширені штучні джерела, дія яких легше дозується і може бути використана незалежно від пори року і наявності сонячної радіації. Використовуючи спеціальні фільтри, можна виключити дію інфрачервоних променів, через це переважна дія залишиться за видимими променями. Видиме випромінювання в свою чергу за допомогою фільтрів може бути диференційовано за різними кольорами. Наприклад, користуючись стеклами, що пофарбовані в червоний колір, можна затримати ними значну кількість синіх і фіолетових променів. Навпаки, користуючись синіми стеклами, можна виключити дію червоних променів. Червоний фільтр пропускає найбільш глибоко проникні видимі промені і найближчі інфрачервоні. Видиме випромінювання лампи солюкс без фільтра і з червоним фільтром проходить в тканини живого організму на глибину 4 см і більше. Синій фільтр пропускає видиме випромінювання, яке поглинається переважно поверхневими шарами шкіри людини.

За джерело видимого випромінювання використовуються газосвітлові та люмінесцентні лампи. Газосвітлові лампи дають переважно видиме випромінювання. Серед них є натрієві і неонові лампи. В натрієвих лампах електричний розряд відбувається в парах металевого натрію. Випромінювання усієї лампи знаходиться майже цілком в межах видимого спектра. Лампа являє собою пряму або зігнуту трубку, в центрі якої при горінні утворюється шнур, який світиться. Неонові лампи випромінюють головним чином оранжево-червоні промені, які широко використовуються в різноманітних сигнальних пристроях. Люмінесцентні лампи – комбіновані джерела випромінювання, де принцип люмінесценції використовується двічі. Наприклад, аргонна люмінесцентна лампа є трубкою, яка наповнена аргонем і містить декілька краплин ртуті. Електричний розряд між електродами, що знаходяться усередині трубки, супроводжується появою ультрафіолетового випромінювання. Під впливом цього випромінювання починає люмінесцентувати нанесений на стінки трубки люмінофор, який надає видиме випромінювання, що використовується при застосуванні лампи.

Забарвлення світлового випромінювання, його інтенсивність, яскравість лампи визначається типом люмінофора, який нанесено на стінки трубки, і офарбування скла люмінесцентних ламп.

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ В КУРСІ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ

Кривоніс С.С., Шелест Т.М., Храмова Т.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Курс фізики є фундаментальною базою технічної освіти, що сприяє формуванню у студентів уявлень про сучасну фізичну картину світу. Він орієнтує студентів у неухильно зростаючому потоці науково-технічної інформації, який притаманний сучасній науково-технічній революції, готує студентів до засвоєння загальнотехнічних та спеціальних дисциплін і виробляє навички, які допомагають у подальшому вирішувати інженерні задачі з використанням фізичних ідей і методів не тільки у традиційних, але і у сучасних областях техніки та промисловості, в котрих вони спеціалізуються.

За багато десятиліть склалася традиційна система навчання фізиці. Навчальний комплекс включає лекційні заняття, лабораторний практикум, практичні заняття.

На практичних заняттях викладач організує детальний розгляд студентами окремих теоретичних положень з курсу фізики і формує вміння та навички їх практичного застосування шляхом виконання практичних завдань.

Вирішення фізичної задачі – це справжня школа для розумової діяльності студента. Процес вирішення поставленої задачі можна розділити на три етапи: фізичний (складається замкнута система рівнянь), математичний (його мета – отримання рішення задачі в загальному та чисельному вигляді) та аналіз рішення.

Студенти вчаться вирішувати задачі на практичних заняттях та в позааудиторний час, та демонструють своє вміння на контрольних роботах.

Щоб навчити студентів навичкам вирішення задач з фізики необхідно залучати їх на практичних заняттях до активної роботи. В процесі проведення практичних занять з фізики студент повинен захищати свою думку, наводити на її захист аргументи, докази, використовуючи набуті знання. Складність задач необхідно підбирати в залежності від рівня підготовки студентів. Вирішення навіть простої задачі сприяє розвитку наукового світогляду. Використання комп'ютерів підвищує якість проведення практичних занять з фізики.

Керівництво позааудиторною самостійною роботою полягає в тому, щоб правильно визначити обсяг і зміст завдання. Студентам важливо знати і те, як виконувати завдання, якими прийомами і методами користуватися. Важливими є систематичні вказівки викладача та показ зразка виконання.

Вміння вирішувати задачі – це один із критеріїв засвоєння знань. Енріко Фермі стверджував, що «людина знає фізику, якщо вона уміє розв'язувати задачі». Але проблемою є те, що деякі студенти можуть списувати рішення задач з Інтернету. Тому для перевірки вміння вирішувати задачі необхідно проводити контрольні роботи, а до підбору задач треба підходити особливо ретельно. Тільки уміння розв'язувати задачі характеризує ступінь усвідомленості пройденого матеріалу, міцність і глибину знань.

ВЛИЯНИЕ ПАРАЗИТНЫХ ПАРАМЕТРОВ КАТУШКИ И РС – ИНТЕГРАТОРА ПОЯСА РОГОВСКОГО НА ЕГО ПЕРЕДАТОЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Леденев В.В., Лютенко Л.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Пояс Роговского является одним из наиболее часто применяемых устройств для измерения сильных импульсных токов разряда высоковольтных электрофизических установок.

Целью работы было исследование влияния на переходную характеристику пояса Роговского с РС – интегратором параметров схемы, которыми, в большинстве случаев, пренебрегают. К таким параметрам относятся паразитная емкость катушки пояса, индуктивность резистора интегратора и суммарная индуктивность емкостной ветви интегратора. Учет влияния указанных параметров необходим при измерении импульсов тока с короткими фронтами (в доли микросекунд и менее). Анализ передаточных свойств пояса Роговского проводился методом переходной характеристики (измерительный ток имел форму единичного скачка, а э.д.с., наводимая в катушке пояса в этом случае, пропорциональна δ – функции Дирака).

Анализ показал, что наибольшее влияние на качество переходной характеристики пояса имеет индуктивность ветви интегрирующего конденсатора. Увеличение этой индуктивности приводит к появлению значительного индуктивного выброса на фронте переходной характеристики. Поэтому провода подключения интегрирующего конденсатора должны иметь минимальную длину.

Паразитная емкость катушки уменьшает длительность фронта переходной характеристики и даже может при определенном значении емкости сделать переходную характеристику колебательной. Этот факт необходимо учитывать при наличии экрана катушки и наличии пропитки катушки, что ведет к заметному увеличению её паразитной емкости.

Влияние индуктивности интегрирующего резистора на переходную характеристику – незначительно и в широком диапазоне частот им можно пренебречь.

Полученные рекомендации реализованы при создании измерителей сильных импульсных токов электрофизических установок на кафедре инженерной электрофизики НТУ «ХПИ».

Литература:

1. Кужекин И.П. Испытательные установки и измерения на высоком напряжении. М.: Энергия, 1980. – 200 с.
2. Семенко Н.Г., Гамазов Ю.А. Измерительные преобразователи больших токов и их метрологическое обеспечение. –М.: Изд-во стандартов, 1984.– 131 с.

УСТАНОВКА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ БАГАТОЦИКЛОВОЇ ВТОМНОСТІ НІКЕЛЕВИХ ЗРАЗКІВ

Луб'яний Л.З., Оверко М.Є., Чичибаба І.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Дана установка була розроблена для вивчення багатоциклової втоми нікелевих зразків методом магнітних шумів в інтервалі температур 293-423К. Зразки виготовлялися з тонкої нікелевої стрічки товщиною 200 мкм.

Схема установки приведена на рисунку. Зразок 3 закріплений між двома алюмінієвими пластинами. Нагрівання здійснюється нагрівачем Н з високоомного проводу, підключеного до джерела нагріву ДН. Контроль температури здійснюється за допомогою термопари ТП і мілівольтметра МВ.

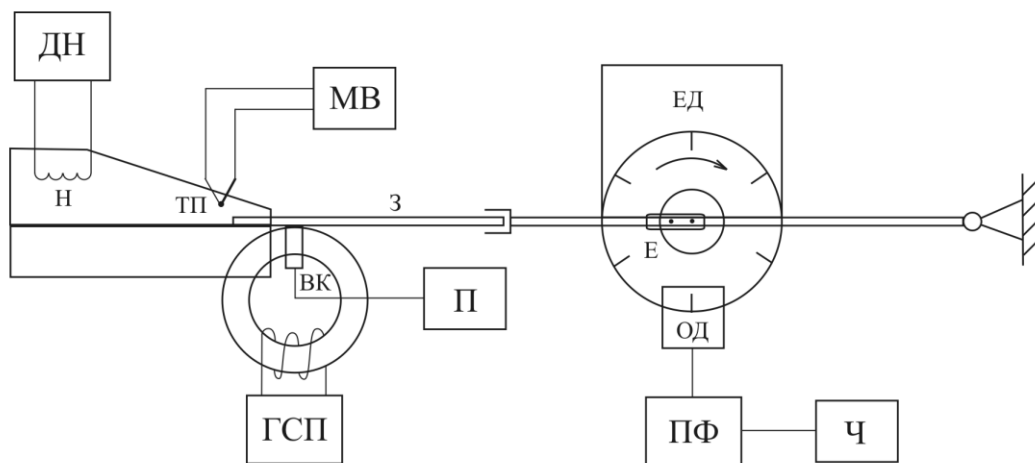


Схема установки для вивчення багатоциклової втоми

Знакозмінні напруги створювалися за допомогою важеля, що здійснює зворотно-поступальні рухи. Для цього на валу електродвигуна ЕД був встановлений ексцентрик Е. Число циклів навантаження вимірювалося по кількості оборотів двигуна за допомогою оптоелектронного датчика ОД, всередині якого обертався диск з прорізами. Сигнал з ОД після підсилювача-формування ПФ надходив на частотомір Ч.

Перемагнічування зразка проводилося за допомогою кільцевого феритового осердя з обмоткою, підключеною до генератора струму перемагнічування ГСП. У зазорі осердя була встановлена вимірювальна котушка ВК. Через певну кількість циклів навантаження проводилося вимірювання параметрів магнітних шумів. Широкосмуговий малощумний підсилювач П на базі мікросхеми К538УН3А розташовувався в безпосередній близькості до ВК зважаючи на дуже малі величини корисного сигналу.

УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ НІКЕЛЕВИХ ЗРАЗКІВ ПІД ДІЄЮ СТАТИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Луб'яний Л.З., Оверко М.Є., Чичибаба І.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Дана установка була розроблена для вивчення напружень у нікелевих зразках при статичному навантаженні з використанням методу магнітних шумів. Зразки виготовлялися з тонкої нікелевої стрічки товщиною 200 мкм.

Схема установки приведена на рисунку. Зразок 3 закріплений в нерухомому тримачі Т, а другий його кінець прикріплений до важільного механізму ВМ. До протилежного кінця ВМ через блок для компенсації його ваги підвішена противага ПВ. Для створення в зразку розтягуючих одноосових напруг, на важіль навішувався вантаж В. Залежно від маси вантажу і плеча важеля варіювалася величина навантаження. Величини напруг вибиралися менше межі пластичності.

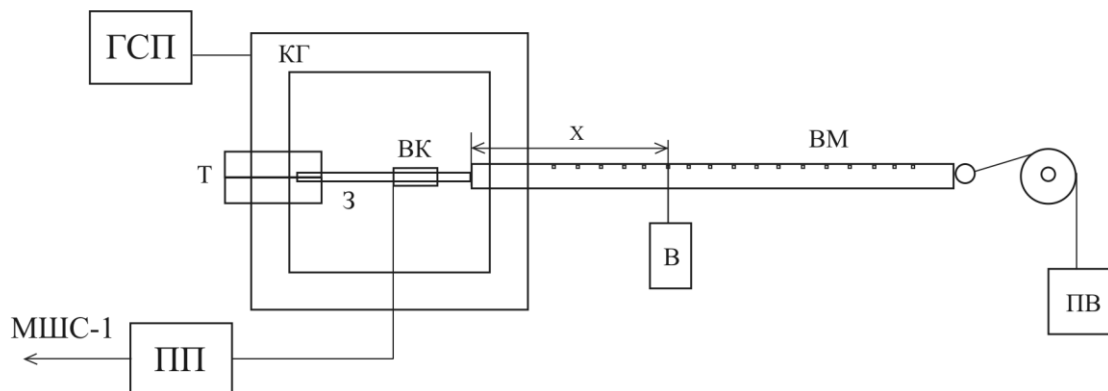


Схема установки для статичного навантаження

Перемагнічування зразка проводилося за допомогою котушок Гельмгольца КГ, підключених до генератора струму перемагнічування ГСП. Зразок знаходився всередині вимірювальної котушки ВК. Сигнал з ВК надходив на попередній підсилювач ПП і далі на магнітошумовий структуроскоп МШС-1 [1].

В процесі навантаження проводився аналіз шумів Баркгаузена (ЕРС шумів та розподіл щільності шумів по полю $dN/dH(H)$).

Література:

1. Лубяный Л.З., Оверко Н.Е., Чичибаба И.А. Установка для исследования параметров скачков Баркгаузена в магнитных материалах // Эффект Баркгаузена и его использование в технике: Сб. материалов III Всесоюз. школы-семинара. - Ижевск, 1989, -С. 145-150.

МІКРОТВЕРДІСТЬ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ТВЕРДИХ РОЗЧИНІВ

$(\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x)_2\text{Te}_3$ ($0 < x < 1$)

Мартінова К.В., Рогачова О.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Тверді розчини $(\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x)_2\text{Te}_3$ знайшли широке застосування в якості низькотемпературних термоелектричних матеріалів для створення p -гілок охолоджувальних пристроїв. Детально досліджені їх термоелектричні, теплові та кінетичні властивості [1], але даних по дослідженню залежності механічних властивостей (а саме мікротвердості H) від складу твердого розчину на сьогоднішній день знайти не вдалось. Разом із тим, механічні властивості є важливими з точки зору практичного використання матеріалу.

Мета роботи – експериментальне і теоретичне дослідження залежності H від складу твердого розчину $(\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x)_2\text{Te}_3$ ($0 < x < 1$).

Об'єкти дослідження – литі полікристалічні зразки отримані шляхом сплавлення Bi, Sb і Te у вакуумованих кварцових ампулах та наступного відпалу протягом 300 годин за температури 650 К. Вимірювання H проводилося на мікротвердомері ПМТ-3 із пірамідальним алмазним індентором. Похибка вимірювань не перевищувала 2 %.

З метою визначення робочого навантаження P була досліджена залежність $H(P)$ ($P = 0.03 - 0.55$ Н). Залежність $H(P)$ мала ділянку різкого зниження H в інтервалі $P = 0 - 0.02$ Н., після чого поступово знижувалась і виходила на насичення за $P \sim 0.3$ Н.. Такий хід припустимо пов'язаний із наявністю біля поверхні наклепаного шару із підвищеною H . Для вимірювання H було обране $P = 0.45$ Н.

Досліджена залежність H від складу твердого розчину $(\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x)_2\text{Te}_3$, а також проведений теоретичний розрахунок $H(x)$ відповідно до [2]. Встановлено, що залежність $H(x)$ у твердих речовинах $(\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x)_2\text{Te}_3$ ($0 < x < 1$) має вид кривої з максимумом, характерний для систем із необмеженою розчинністю. Максимальне значення H складало $H = 0.56$ ГПа і відповідало $x = 0.5$, що пов'язано із близькістю значень H вихідних сполук. Хід експериментальної залежності $H(x)$ відтворює хід теоретичної (максимальне розраховане H складало $H = 0.51$ ГПа).

Література:

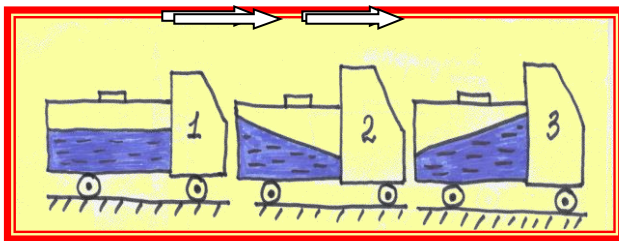
1. Rowe D.M. CRC Handbook of Thermoelectrics. / D.M. Rowe – CRC Press, London, New York, Washington, D.C., 1995. - 701 p.
2. Semiconductors and semimetals, vol. 4. Physics of III–V compounds - Academic press inc., New York, 1968. – 510 p.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КОМПЬЮТЕРНОГО ИЗУЧЕНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ЗАКОНА ИНЕРЦИИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ.

Мельников Д.М., Сендеров А.А.

ХОЗШ № 158, математический кружок, г. Харьков

Инерция это важное, но не очевидное явление и в физике, и в жизни. Однако особенно оно неочевидно для учеников младшего и среднего возрастов, из-за их ещё неумения самостоятельно мыслить, искать и проводить аналогии и т.д. Поэтому перед преподавателем стоит задача найти способ показать это явление с помощью простых, наглядных и убедительных экспериментов и примеров. А не вдаваться в высокопарные рассуждения о теориях Аристотеля, Галилея, Ньютона, Декарта, Эйнштейна и других. Об этих именах ученики узнают позже, с возрастом. Можно сказать, что **инерция** — это неспособность тел без действия внешних сил изменять свое состояние покоя или движения, т.е. величину и направление скорости. Примеры: быстрая остановка автомобиля, или лодки, или вагона, в котором мы находимся, заставляет нас падать вперед. **Однако реально добиться отсутствия влияния внешних сил в условиях классного кабинета трудно, поэтому и возникает задача имитации этого явления с помощью компьютера.** Лучшими для этого являются интерактивные модели (программы) — это программы, которые позволяют имитировать конкретное физическое явление или эксперимент. Ниже приведен один из таких примеров имитации средствами Power Point:.



сверху положи монетку. Щелчок — и монета в стакане! Но почему монетка упала в стакан? Потому что монета сохраняет состояние покоя по инерции, но из-за удаления опоры монетка падает в стакан.

Таким образом, в данном докладе мы показываем, как и какими приёмами можно добиться простоты и наглядности в преподавании конкретной темы по физике «Момент инерции».

Вопрос к ученикам: По положению воды определите, какая из цистерн начинает движение, какая стоит на месте, а какая тормозит?

Опыт: Положи открытку на стакан, а

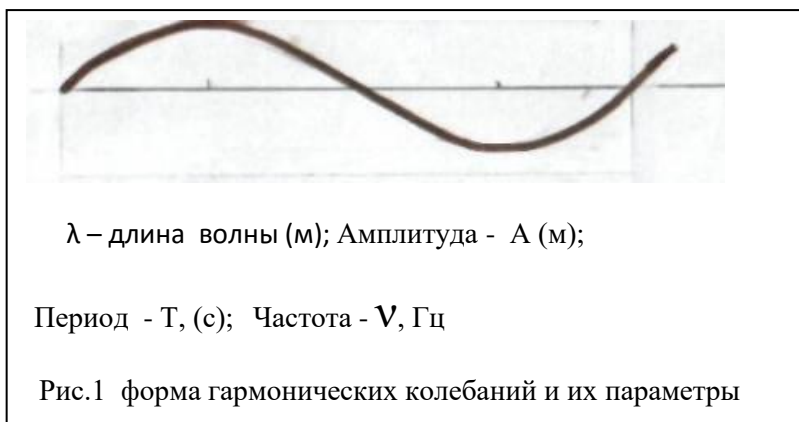


РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИЗУЧЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ.

Мельников Д.М., Сендеров А.А.

ХОЗШ № 158, математический кружок, г. Харьков

Любой учебный процесс, в идеале, является диалогом между преподавателем и студентами (или учениками). Однако уже давно доказано, что каждый ученик (или студент) воспринимает новую информацию на 80 % зрительно (т.е. глазами) и лишь на 10-15 % через органы слуха (т.е. ушами). **Поэтому надо дополнять традиционные методы преподавания физики наглядными примерами на современном компьютерном уровне, поднимая качество образовательного процесса.**



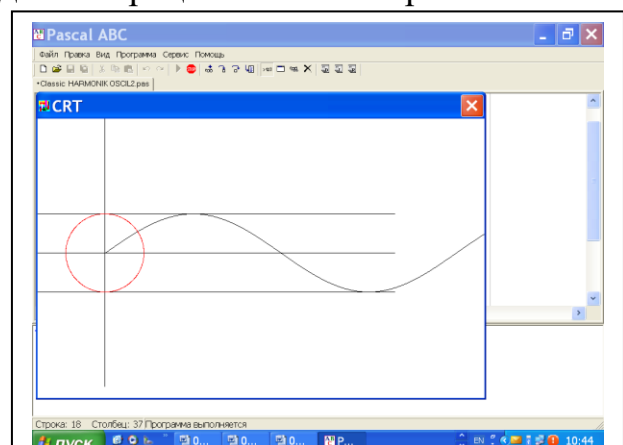
Применительно к изучению как очевидных (например, маятник), так и не очевидных (например, электрический ток или радиоволны) колебательных процессов, вначале надо подчеркнуть общую форму их математической модели (т.е. синусоиды) и указать все параметры этого

процесса (рис.1). Далее можно отметить, что компьютерная модель (т.е. программа) позволяет моделировать гармонические колебания любой формы, задавая различные значения параметров, т.е. λ , A , T , ν .

Ниже (на рис.2 и рис.3) приведен пример реализации учебной компьютер-ной модели для наглядной демонстрации темы «Гармонические

```
program HARMONIC;
uses CRT, graphABC;
var x,y,X1,Y1:integer; a,f:real;
begin;
CLRSCR; a:=70; f:=0;
Line(120,0,120,480); Line(0,240,640,240);
Line(0,170,640,170); Line(0,310,640,310);
X1:=120; Y1:=240;
SetPixel(X1,Y1,clBLACK);
while f<62.8 do begin
x:=round(120 + a*cos(f*1));
y:=round(240-a*sin(f*1));
SetPixel(x,y,clred);
f:=f+0.01; X1:=X1+1; Y1:=y;
SetPixel(X1,Y1,clBLACK);
end; readln;
end.
```

Рис.2 Текст программы модели на ABC-Паскале



**Рис. 3 Модель гармонических
колебаний**

ВЛИЯНИЕ ПОДЛОЖКИ НА ПРОЯВЛЕНИЕ РАЗМЕРНЫХ ЭФФЕКТОВ В ТОНКИХ ПЛЕНКАХ PbTe

Меньшикова С.И., Рогачева Е.И., Сипатов А.Ю.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

PbTe – один из лучших среднетемпературных термоэлектрических (ТЭ) материалов. Теоретически предсказанное и затем экспериментально подтвержденное увеличение ТЭ добротности в сверхрешетках на основе соединений IV-VI привлекают внимание к изучению свойств PbTe в низкоразмерном состоянии. Когда толщина тонкой пленки d становится соизмерима с длиной волны де Бройля λ_F , может наблюдаться квантовый размерный эффект (КРЭ).

В тонких пленках PbTe, выращенных на сколах (001)KCl, наблюдались осцилляции ТЭ и гальваномагнитных свойств с ростом d [1,2], что авторы связывали с проявлением КРЭ. Изучение КРЭ возможно на образцах с высокой степенью структурного совершенства. Известно, что лучшими для получения пленок PbTe являются сколы (111)BaF₂. Тем не менее, размерные эффекты в пленках PbTe, выращенных на (111)BaF₂, практически не исследовались.

Цель работы – установить влияние ориентации пленки на характер толщинных зависимостей кинетических свойств тонких пленок PbTe.

Тонкие пленки ($d = 10 - 190$ нм) получали термическим испарением в вакууме ($\sim 10^{-5} - 10^{-6}$ Па) кристаллов PbTe, содержащих избыточных 2 ат.% Pb, на сколах (111)BaF₂ при температуре (600 ± 10) К. На поверхность пленки был нанесен защитный слой Al₂O₃ толщиной $\approx 15-20$ нм. Толщину пленок контролировали с помощью кварцевого резонатора. Электропроводность σ и коэффициент Холла R_H измеряли стандартным dc методом с точностью $\pm 5\%$. Коэффициент Зеебека S измеряли компенсационным методом относительно Cu с точностью $\pm 3\%$.

Результаты измерений R_H и S показали, что пленки PbTe<Pb> с толщинами $d \geq 35$ нм, как и пленки, выращенные в ориентации (001) с $d > 75$ нм [2], имеют проводимость n -типа. На участке толщин $d \leq 35$ нм выявлена периодическая инверсия знака носителей заряда и экстремумы в области p - и n -типа, что для пленок, полученных на (001)KCl [2], не наблюдалось. Отмечено, что положения экстремумов в p -области совпадают с таковыми для пленок p -PbTe<Pb>, выращенных в ориентации (001). Данный факт может указывать на то, что обнаруженные экстремумы связаны с квантованием дырочного газа.

Литература:

1. Rogacheva E.I. Oscillatory behavior of the transport properties in PbTe quantum wells / E.I. Rogacheva, O.N. Nashchekina, S.N. Grigorov, M.A. Us, M.S. Dresselhaus, S.B. Cronin // Nanotechnology. – 2003. – 14(1). – P. 53-59.
2. Olkhovskaya S.I. Size effects in lead telluride thin films and thermoelectric properties / S.I. Olkhovskaya, E.I. Rogacheva // J. Thermoelectricity. – 2013. – № 5. – P. 22-27.

НЕЛІНІЙНІ ВОЛЬТ-АМПЕРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРУКТУРИ МЕТАЛ-ВЛАСНИЙ НАПІВПРОВІДНИК-МЕТАЛ

ПРИ ВІДСУТНОСТІ БАР'ЄРІВ

Меріуц А.В., Шелест Т.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Контакти метал – напівпровідник є базовою або складовою частиною всіх напівпровідникових електронних приладів. Ці контакти мають низку переваг у порівнянні з напівпровідниковими p - n переходами. З одного боку вони мають кращі електричні параметри [1, 2], з іншого – потребують меншу кількість високотемпературних технологічних операцій (таких як: дифузія, вирощування маскуючих окислів, відпал після іонної імплантації), які потрібні для виготовлення p - n переходів [2]. Зазвичай в літературі вважається, що обов'язковою умовою наявності нелінійної ВАХ з ефектом випрямлення для контакту метал – напівпровідник, є наявність бар'єра і області об'ємного заряду, а також досліджуються ВАХ тільки одного контакту в припущенні, що другий контакт знаходиться далеко і його властивості не впливають на властивості всієї структури.

Використавши підхід, заснований на дифузійно-дрейфовій теорії, ми розглянули нелінійну модель переносу струму в структурі метал – власний напівпровідник – метал, яка не має бар'єрів на контактах. Було отримано вираз для ВАХ такої структури, яка, в припущенні, що рівні енергії рекомбінаційних центрів знаходяться в середині забороненої зони, має простий вигляд:

$$j = 2 \left[\frac{(1+b)j_r^r j_r^l}{j_r^r + j_r^l} + j_{ni} \right] \left[\coth \left(-\frac{V + j r_c}{4AV_T} \right) + \frac{j_r^r - j_r^l}{j_r^r + j_r^l} \right]^{-1}.$$

Тут $A = 1 + b j_r^r j_r^l / j_{ni} (j_r^r + j_r^l)$, $j_{ni} = q n_i D_n / a$, $V_T = k_B T / q$ – тепловий потенціал, $b = D_n / D_p$, $j_r^{l,r} = q n_i s^{l,r}$ – має сенс густини рекомбінаційного струму, $s^{l,r}$ – швидкість рекомбінації на контактах, $2a$ – товщина напівпровідника, k_B – константа Больцмана, T – температура, $-q$ – заряд електрона, n_i – концентрація електронів у власному напівпровіднику, $D_{n,p}$ – коефіцієнти дифузії електронів і дірок. Верхні індекси “ l ” і “ r ” вказують на лівий і правий контакти, відповідно.

Аналіз отриманого виразу для ВАХ показав, що в залежності від співвідношення швидкостей рекомбінації на контактах розглянута структура має не тільки лінійну вольт-амперну характеристику, яка відповідає закону Ома, але може мати і ВАХ, як у випрямляючого діода або симетричну ВАХ з насиченням при обох полярностях напруги. Для наявності нелінійної ВАХ достатньо, щоб хоча б на одному з контактів рекомбінація була слабкою.

Література:

1. Родерик Э.Х. Контакты металл-полупроводник. / Э.Х. Родерик. – М. : Радио и связь, 1982. – 208 с.
2. Зи С. Физика полупроводниковых приборов. / С. Зи. – М. : Мир, 1984. – 456 с.

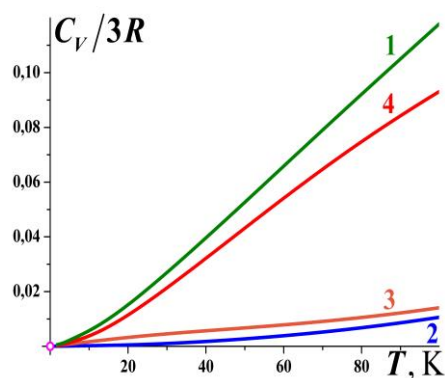
ФОНОННАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ ГРАФЕНОВЫХ НАНОПЛЕНОК И НАНОТРУБОК

Минакова К.А.¹, Сыркин Е.С.²

¹*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

²*Физико-технический институт низких температур НАН Украины
им. Б.И. Веркина, г. Харьков*

Предсказанные в 1952 г. И.М. Лифшицем [1] и обнаруженные в 1972 г. в экспериментах [2], по неупругому рассеянию нейтронов в графите квазиизгибные моды с квадратичным законом дисперсии в длинноволновой области дают основной вклад в низкотемпературную теплоемкость графита, графеновых нанопленок и нанотрубок. На основе проведенных на микроскопическом уровне расчетов количественно описана фононная часть теплоемкости сверхтонких графеновых нанопленок – биграфена и триграфена, а также одностеночных графеновых нанотрубок. Проанализирована природа изгибной жесткости графеновых монослоев и выделены температурные интервалы, на которых вид температурной зависимости теплоемкости, определяется вкладами изгибных и колебаний. Исследован вклад крутильных колебаний в фононную теплоемкость графеновых нанотрубок. Прямолинейная температурная зависимость теплоемкости, присущая многим слоистым соединениям в широком температурном интервале (для графита и графеновых наноструктур примерно от 40 К и выше), не обусловлена квадратичной дисперсией квазиизгибных мод. Для проявления квадратичной дисперсии длинноволновых фононов в теплоемкости необходимо существование в фононном спектре слоистого или цепочечного кристалла достаточно протяженного интервала, на котором спектр имеет низкоразмерный характер, а закон дисперсии поперечной фононной моды, поляризованной вдоль направления слабой связи, еще можно считать квадратичным. Для слоистых соединений таким условиям в достаточно полной



мере удовлетворяет только биграфен. Линейный ход теплоемкости биграфена при температурах от 5 до 70 К обусловлен именно квадратичной дисперсией его квазиизгибной моды [3]. В поведении низкотемпературной теплоемкости графеновых нанотрубок проявляются как изгибные колебания трубки в качестве целого одномерного образования (при $T < 1$ К), так и (при $3 \text{ К} < T < 7 \text{ К}$) квазиизгибные волны, распространяющиеся по поверхности трубки [3].

Рис. 1: Температурные зависимости теплоемкости графеновых нанотрубок. Представлены вклады в них от различных атомных смещений (кривые 2,3,4) и суммарный вклад (кривая 1)

Литература:

[1] И.М. Лифшиц, ЖЭТФ 22, 472 (1952)

[2] R. Nicklow, N. Wakabayashi, H.G. Smith, Phys. Rev. B5, 4951 (1972)

[3] V.V. Eremenko, V.A. Sirenko, I.A. Gospodarev, E.S. Syркин, S.B. Feodosyev, I.S.

Bondar,

К.А. Minakova, Fiz. Nizk. Temp. 43, 322 (2017).

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ УСИЛИЯ, ДЕФОРМИРУЮЩИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКУЮ ПРОВОДЯЩУЮ ОБОЛОЧКУ В ОСЕВОМ ИМПУЛЬСНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Михайлов В.М., Марценюк В.Е., Рубан Е.В.

***Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков***

Цилиндрическая проводящая оболочка является наиболее распространенной заготовкой в магнитно-импульсной обработке металлов. При взаимодействии внешнего импульсного магнитного поля с индуктированными в ней вихревыми токами происходит ее сжатие или расширение [1] и осуществляются такие технологические операции, как калибровка, формообразование, сборка и разъединение металлических и неметаллических деталей, прессование порошков, сварка и др. Проблемой является определение параметров импульса внешнего магнитного поля, позволяющего выполнить необходимую технологическую операцию.

Выполнен критериальный анализ влияния электропроводности материала и размеров оболочки, формы импульса внешнего магнитного поля на электродинамические усилия, деформирующие оболочку. Используются критерии подобия: d/Δ , d/R , α/ω , где d , R – толщина и внутренний радиус оболочки, Δ – глубина проникновения поля, α , ω – коэффициент затухания и круговая частота импульса. Установлены области изменения d/Δ , при которых эффективно сжатие или расширение оболочки при помощи внешнего индуктора.

Расчеты согласуются с экспериментальными результатами и эффектами применения «срезанных» вакуумными управляемыми разрядниками импульсов внешнего магнитного поля, полученными на кафедре инженерной электрофизики НТУ «ХПИ» в 2007–2008 г.г. [2]. Заметим, что подобные исследования выполняются и в Институте электрофизики УрО РАН [3].

Литература:

1. Furth H.P. Devices for metal– forming by magnetic tension, United States Patent, №3. 196.649, cl. 72 - 53.6, 1965.
2. Бондина Н.Н., Коновалов О.Я., Легеза А.В., Макеев В.Г., Михайлов В.М., Шовкопляс А.В. Магнитно–импульсное расширение цилиндрической проводящей оболочки и создание заданного распределения поля с помощью внешнего индуктора// Технічна електродинаміка. Тематичний випуск «Проблеми сучасної електротехніки».–2008.– Частина 5. –С.84 - 89.
3. Болтачев Г.Ш., Волков Н.Б. Расширение проводящей оболочки магнитным полем внешнего индуктора// Письма в ЖТФ.–2009, т.35.–Вып.7.–С.86 - 92.

ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА НАНОДИСПЕРСНЫХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА, ПОЛУЧАЕМЫХ ПРИ ИМПУЛЬСНОМ ЛАЗЕРНОМ НАПЫЛЕНИИ

Николайчук Г.П.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

Напыление пленок железа в режиме наносекундных импульсов излучения ОКГ в интервале давлений в вакуумной камере 10^{-3} - 10^{-5} Па приводило к формированию аморфных пленок при комнатной температуре подложки. По данным ПЭМ на электронограммах присутствуют диффузные гало и стохастическая волновая структура сетки неоднородностей на изображении с периодом 1 – 5 нм, что характерно для аморфного состояния. Аморфное состояние является гетерогенным, а структура конденсата может быть описана как конгломератная. Аморфизация конденсата при комнатной температуре в процессе ИЛН происходит благодаря действию ряда факторов: закалке неравновесного состояния, которое формируется непосредственно после конденсации импульса пароплазменного потока; подавления коалесценции и поверхностной миграции адатомов металла слоем адсорбированных в перерыве между импульсами конденсации газов, самым активным из которых является кислород; частичной хемосорбции газов, активируемой ионной и электронной составляющими ЛЭП осаждаемого металла. Один импульс испаряемого вещества образует на подложке очень большое ($\sim 10^{12}$ см⁻²) число зародышей пленки, которые взаимодействуют с атомами кислорода остаточной вакуумной атмосферы, адсорбированными в перерыве между импульсами, и образуют аморфные прослойки состава Fe_xO_y . В наших экспериментах толщина адсорбированного в перерыве между импульсами конденсации кислорода будет равна толщине слоя металла, осаждаемого за один импульс, при давлении $P \sim 3 \cdot 10^{-5}$ Па. Поэтому, если $P < 3 \cdot 10^{-5}$ Па, то образуется поликристаллическая пленка. В этом случае кислорода будет недостаточно для блокировки коалесценции зародышей металла, их укрупнения и образования кристаллических островков, что приведет к формированию поликристаллической структуры пленки. При $P \geq 3 \cdot 10^{-5}$ Па происходит формирование аморфных конденсатов. Их структура и фазовый состав зависели, главным образом, от давления газов в вакуумной камере.

В работе приведена диаграмма, показывающая вид образующейся структуры и фазовый состав пленки в зависимости от вакуумных условий и скорости конденсации при импульсном лазерном напылении в режиме наносекундных импульсов излучения.

СИСТЕМА СИГНАЛІЗАЦІЇ ПРО АВАРІЙНЕ ПРОТІКАННЯ ВОДИ

Оверко М.Є., Гребенюк В.Є.

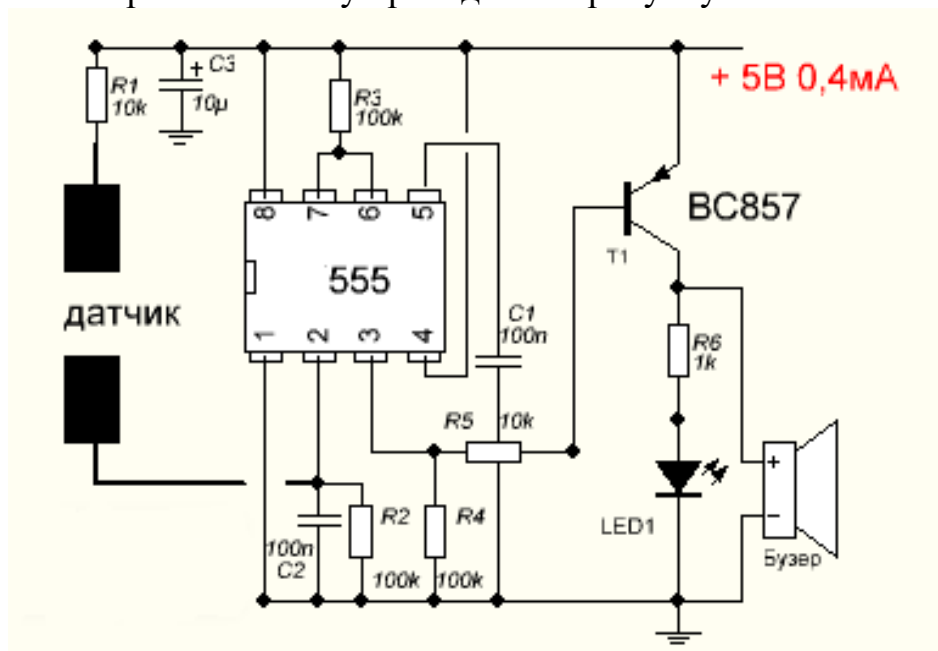
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Витік води є одним з найнебезпечніших явищ нашого життя. Витік води біля пральної машини - цілком стандартний ефект, особливо у дешевих фірм, у яких термін служби не більше 2-3х років. Це може трапитись навіть при правильному догляді за барабаном і тенном, не кажучи вже про нестандартні ситуації, коли забуваються в кишенях монети або інші речі, що ушкоджують барабан при пранні.

У даній роботі розглядається варіант пристрою для індикації аварійного протікання води. Ця конструкція набагато дешевша, ніж пропонує ринок.

Система складається з резистивного датчика та електронного блоку. Датчик змінює свій опір при появі води. Електронний блок перетворює сигнал від датчика в звуковий та світловий вихідні сигнали.

Схема електронного блоку приведена на рисунку.



Блок-схема пристрою

За основу взято таймер LM555 в режимі компаратора. За відсутності води в місці контролю (датчик знаходиться в сухому стані) його опір великий. При цьому на виході компаратора сигнал високого рівня і звуковий та світловий індикатори виключені. При появі води опір датчика суттєво зменшується і вихід компаратора приймає низький рівень. При цьому індикація включається. При висиханні датчика система повертається у попередній стан.

Література:

1. LM555 мікросхема таймер datasheet. [Електронний ресурс] – Режим доступа свободний: <https://avrlab.com/node/168>.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Петренко Л.Г., Дьяконенко Н.Л., Юнаш Э.С.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В процессе обучения физике у студентов развивается научное мышление и научное мировоззрение. Один из методов обучения и научного познания — физический эксперимент, который является источником знаний, критерием достоверности физических закономерностей, позволяет развивать наблюдательность, творческое воображение у студентов, формирует практические умения, навыки применения тех или иных физических закономерностей. Красивые физические эксперименты надолго остаются в памяти студентов, а также способствуют популяризации физических идей в интеллектуальной молодёжной среде.

Демонстрационный практикум на кафедре общей и экспериментальной физики НТУ «ХПИ» существует более 130 лет. Многие старинные приборы, представляющие собой музейные экспонаты, по-прежнему актуальны, так как находятся в рабочем состоянии и позволяют визуализировать физические явления и процессы, анализировать результаты экспериментов во время лекций, на семинарах, занятиях реферативных кружков, на студенческих научных конференциях. Использование демонстрационного физического эксперимента в процессе обучения физике в техническом университете повышает готовность будущих инженеров к изучению профильных дисциплин.

Для решения поставленных задач была создана картотека и электронный каталог лекционных физических демонстраций, в которых обобщен и систематизирован многолетний опыт в области создания и использования демонстрационных экспериментов в высшей школе. Картотека постоянно пополняется описаниями новых экспериментов. В постановке некоторых из них участвуют студенты. В наше время развитых компьютерных технологий студентов трудно чем-либо удивить. Тем не менее, в физической аудитории нередко при проведении интересных опытов, особенно опытов с неожиданным результатом, раздаются аплодисменты.

Иногда опыты невозможно показать в большой физической аудитории из-за малого размера деталей экспериментальной установки. В этом случае осуществляют видеозапись (в этом также активное участие принимают студенты), а затем демонстрируют её на большом экране. Видеофильмы с записью экспериментов используются также при проведении занятий в аудиториях, не оснащенных экспериментальным оборудованием.

Особый интерес у студентов вызывает создание собственных учебных минифильмов (роликов), в которых они играют роль исследователей и экспериментаторов, разъясняют сложные процессы и эффекты.

Таким образом, в создании творческой атмосферы в процессе обучения физике лекционные физические эксперименты играют важнейшую роль.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЛІВКИ ХОЛОДИЛЬНОГО МАСТИЛА НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ВИПАРНИКА

Руденко М.З., Юшко С.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Нормальна робота системи змащення компресора одна з умов надійності і довговічності холодильного агрегату. Мазильні масла зменшують опір тертя між рухомими частинами компресорів та відводять частину тепла, що виділяється при терті деталей. У процесі нормальної роботи разом з стисненим газом (фреоном) з циліндра забирається деяка кількість масла (3-5г в хвилину) у вигляді масляного туману. Додатково до цього, в періоди, коли компресор не працює, масло, яке знаходиться в картері неминуче поглинає деяку кількість холодоагенту, в залежності від температури масла й процедури зупинки компресора. Коли компресор знову запускається, різке падіння тиску в картері викликає швидке викіпання холодоагенту, розчиненого в маслі і утворення газомасляної емульсії. Така емульсія всмоктується в циліндри компресору та нагнітається в конденсатор, в результаті чого, в момент запуску із компресора в контур забирається найбільша кількість мастила. Таким чином, по холодильному контуру масло с фреоном потрапляє до випарника, де під час кипіння при низьких температурах, може розділитися з фреоном і тим самим утворювати масляну плівку, яка буде впливати на ефективність роботи випарника.

В процесі дослідження було встановлено:

- залежність інтенсивності тепловіддачі за умови кипіння холодоагенту від концентрації мастила в ньому є досить складною та визначається рядом факторів, зокрема, температурою насичення розчину, схильністю до утворення піни, типом мастила, густиною теплового потоку та ін.;
- інтенсифікація тепловіддачі за наявності невеликої концентрації мастила пов'язана з утворенням піни, а також зі збільшенням кількості центрів пароутворення та частоти відриву бульбашок;
- погіршення інтенсивності тепловіддачі пропорційне концентрації мастила й тим більше, чим гірше розчинність мастила в холодоагенті, що пов'язано, із присутністю на гріючій поверхні шару мастила;
- наявні в літературі дані експериментів про вплив домішок мастила на інтенсивність тепловіддачі, за умови кипіння холодоагентів, є неоднозначними, іноді суперечливими; всі наявні кореляції мають обмеження до свого застосування.

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПОСТАНОВКИ ЕКСПЕРИМЕНТУ В КОМП'ЮТЕРНОМУ ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМІ З ФІЗИКИ

Синельник І.В., Синельник О.В., Колубасєва С.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Одним із напрямів впровадження комп'ютерів і комп'ютерних технологій в лабораторний фізичний практикум стала автоматизація експерименту – підключення лабораторного устаткування до комп'ютера, який виконує одночасно функції вимірювання, опрацювання даних та подання в зручному для сприйняття людиною вигляді результатів експерименту. Але в процесі реалізації такого підходу виникає низка проблем, пов'язаних з коректним опрацюванням сигналів та інтерпретацією отриманих даних.

Метою цього дослідження стало розроблення та апробація лабораторних робіт з комп'ютерною реєстрацією даних і опрацюванням результатів для курсу загальної фізики технічного університету.

Специфіка навчального лабораторного експерименту полягає в тому, що він має бути поставленим таким чином, щоб вимірювальна процедура не заважала, а допомагала студенту з'ясувати фізичний зміст досліджуваних процесів. Незалежно від того, яка саме фізична величина вимірюється, існують певні етапи опрацювання інформації за допомогою відповідних їм засобів, а саме: отримання інформації щодо фізичного впливу за допомогою сенсора або датчика, перетворення в електричний сигнал спеціальним пристроєм (наприклад, мікрофоном) і введення в комп'ютер через спеціальні входи, перетворення отриманого сигналу в коди програмного інтерфейсу користувача, які власне і опрацьовує програма представлення. На кожному з етапів необхідно забезпечити контрольоване перетворення інформації, яке адекватно відбиває фізичний вплив, отриманий в процесі дослідження, уникаючи похибок, що виникають в процесах дискретизації, візуалізації, інтерпретації. Для забезпечення точності вимірювання має бути здійснено калібрування. В залежності від способу, яким сигнал вводиться до комп'ютера, існують різні можливості опрацювання сигналу, перетвореного в цифрову форму. Для отримання коректних експериментальних даних має бути встановлена відповідність значення фізичної величини, що вимірюється, даним, що можуть бути зчитані програмними засобами.

В межах цього дослідження і для демонстрації можливостей інтеграції комп'ютера з лабораторним обладнанням було поставлено лабораторні роботи з різних розділів курсу загальної фізики: «Перевірка правил Кірхгофа» («Електрика»), «Визначення акустичних параметрів камертона» («Коливання»), «Визначення коефіцієнта динамічної в'язкості методом Стокса» («Механіка»), «Визначення швидкості звуку» («Хвилі») та ін.

Застосування таких інтегрованих технологій дослідження фізичних процесів та явищ в лабораторному практикумі дозволяє розширити можливості лабораторного експерименту, але висуває високі вимоги до програмного забезпечення.

ДОПОМІЖНІ ДИСТАНЦІЙНІ КУРСИ ІЗ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ

Сук О.П.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Серед проблем сучасної вищої інженерної освіти в Україні одне з чільних місць посідають недостатня підготовка абітурієнтів з фундаментальних дисциплін зокрема фізики та брак мотивації до навчання у студентів молодших курсів. Одним із дієвих навчальних інструментів, що може допомогти у розв'язанні водночас обох цих проблем є допоміжні дистанційні курси (ДДК).

У доповіді детально розглянуто структуру та методичні особливості побудови ДДК «Загальна фізика» для студентів першого курсу, що їх було розроблено та впроваджено у навчальний процес на кафедрі загальної та експериментальної фізики НТУ «ХПІ». Наголошено на потребі ретельного добору навчального матеріалу, який має повністю висвітлювати зміст ядра навчальної дисципліни, не містити надлишкової інформації і, водночас, не перетворювати курс на стислий довідник з фізики.

Описано алгоритм менеджменту дистанційного навчання студентів з використанням ДДК, як специфічного освітнього процесу у його змішаній формі з використанням Інтернет - комунікації на основі системи менеджменту навчання (LMS) «Система інформаційного менеджменту» [1].

Подано аналіз використання ДДК для студентів, що мали академічну заборгованість, та для студентів денної форми навчання, які з різних причин не мали змоги відвідувати лекції або були відсутні на контрольних заходах протягом семестру. Підкреслено, що ДДК «Загальна фізика» є лише одним, хоча й чільним, елементом навчального середовища, яке спроможне реалізувати навчальні цілі курсу загальної фізики з урахуванням особливостей зазначених цільових груп користувачів. При створенні ДДК та відповідного навчального середовища було застосовано досвід Центру дистанційної освіти НТУ «ХПІ» та результати освітніх міжнародних проєктів [2, 3].

Подано рекомендації щодо подальшого застосування одержаних результатів при викладанні інших фундаментальних дисциплін, навчанні іноземних студентів тощо.

Література:

1. Система інформаційного менеджменту - <http://cde.kpi.kharkov.ua>
2. Western-Eastern Teacher Education Network - <http://www.weten.org/>
3. EU-PC Double Degree Master Program in Automation / Mechatronics- <http://mpam-tempus.eu/ukr/>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОБЛЕМНОГО ОБУЧЕНИЯ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ

Сухина Н.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Изучение физики является основой полноценного технического образования и обеспечивает его фундаментальный характер. В процессе изучения физики происходит формирование научного типа мышления, которое является универсальным, и обеспечивает успех в любой деятельности, требующей творческого подхода.

Решение задач по физике используется для усвоения знаний, полученных на лекциях, формирования умений и навыков, применения знаний на практике. Решение каждой сложной физической задачи может являться разрешением проблемной ситуации, если эта задача решается самостоятельно студентами, а не списывается пассивно с доски.

Это может осуществляться за счет постановки проблемных ситуаций, создающихся путем постановки познавательной задачи, которая была бы понятна студентам, захватывала бы своим содержанием. При использовании проблемного обучения, деятельность преподавателя состоит в том, что он доводит в необходимых случаях объяснение содержания наиболее сложных понятий, систематически создаёт проблемные ситуации, сообщает учащимся факты и организует их учебно-познавательную деятельность. Способами создания проблемной ситуации могут быть: 1) подчеркивание практического значения темы для решения наиболее актуальных проблем физики, 2) выдвижение спорных гипотез, 3) постановка исследовательской задачи, 4) вывод формулы. Характер проблемной ситуации определяется конкретным содержанием учебного материала.

В результате у студентов вырабатываются навыки умственных операций и действий, навыки переноса и применения знаний, развивается внимание, воля, творческое воображение и познавательная самостоятельность.

Однако проблемное обучение не может считаться универсальным. К недостаткам можно отнести то, что оно вызывает затруднение у учащихся, поэтому на поиск ответа уходит значительно больше времени, чем при традиционном обучении. Также проблемное обучение требует от преподавателя больше педагогического мастерства. Возможно, эти обстоятельства не позволяют широко применять проблемное обучение

Независимо от того, какими методами проводится изучение нового материала, исходным моментом в обучении физике должно быть появление исследовательского интереса.

Литературы:

1. Железный С. В., Москалева Е. А., Сычев И. В. Использование проблемного обучения на занятиях физики в вузе // Молодой ученый. — 2015. — №22. — С. 780-784.
2. Ефремова Н.А., Рудковская В.Ф., Витюк Е.С. О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В ВУЗЕ // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 8-1. – С. 116-120;

ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ З ФІЗИКИ

Храмова Т.І., Кривоніс С.С., Шелест Т.М.

***Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків***

Кредитно- модульна технологія навчання передбачає підвищення ролі самостійної роботи студентів з навчальними матеріалами. Формування у студентів бажання самостійно вчитися і розвиток у них вмінь і навичок самостійної роботи є ключовою компетентністю освіти у вищих навчальних закладах.

У середній школі практично не приділяється увага прищепленню навичок самостійної роботи з навчальною книгою. А перехід зі школи до вищого навчального закладу не супроводжується автоматичним переходом на якісно вищий рівень готовності до самостійної роботи з навчальними матеріалами. Що ж до відношення часу, який відводиться навчальними планами на аудиторні заняття і на самостійну роботу, то воно з переходом до вищого навчального закладу змінюється стрибкоподібно і не на користь аудиторних занять.

Основна мета самостійної роботи студентів з вивчення загального курсу фізики полягає в тому, щоб розвинути у студентів молодших курсів навички роботи з конспектами, підручниками, навчальними посібниками та іншою навчальною літературою. Зміст самостійної роботи визначається робочою навчальною програмою з дисципліни та методичними рекомендаціями викладачів, які проводять заняття. Самостійну роботу студентів прийнято умовно поділяти на два основні види: обов'язкову і додаткову. Обов'язкова самостійна робота проводиться в процесі підготовки і проведення аудиторних занять. Вона включає все, що пов'язано з навчальною роботою: конспектування і опрацювання лекцій, робота з підручниками та посібниками, підготовка до практичних і лабораторних занять, підготовка до модульного контролю, колоквиуму, іспиту тощо. Додаткова самостійна робота студентів проводиться виключно за бажанням студента. Вона включає науково- дослідну роботу, участь у засіданнях фізичних гуртків і на наукових конференціях, а також участь у фізичних олімпіадах.

При цьому діяльність викладача має включати такі напрями:

- розробка системи нових завдань з дисципліни на різних рівнях складності;
- індивідуалізація навчальних завдань;
- зміна рівнів складності навчальних завдань з тим, щоб ступінь самостійності у процесі їх виконання постійно зростає;
- створення позитивного емоційного фону заняття;
- надання викладачем консультативно-дозованої допомоги при виконанні студентами самостійної роботи залежно від їх особливостей і рівня складності навчального завдання;
- регулювання частоти і глибини контролю за продуктивністю виконання самостійної роботи студентами.

PHASE AND CHEMICAL COMPOSITION OF INTERLAYERS IN W/Si MULTILAYER X-RAY MIRRORS

Chumak V.S., Shipkova I.G., Reshetnyak M.V., Devizenko A.Y., Pershyn Y.P.

National Technical University

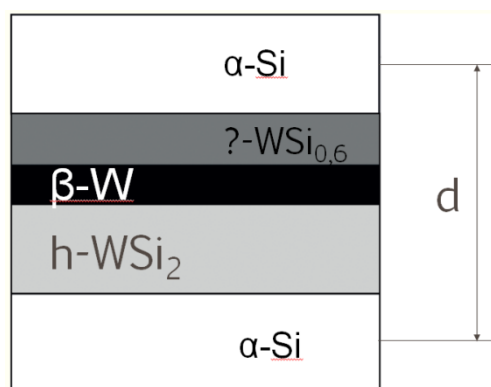
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Multilayer X-ray mirrors (MXMs) are effective optical elements reflecting the X-ray radiation in the wavelength range from ~ 0.01 to ~ 70 nm. MXMs are used as deflecting, focusing, polarizing and dispersing elements in such areas of science and technology as material science, medicine, biology, astrophysics, physics of plasma, X-ray lithography etc. Tungsten/silicon MXMs are widespread to reflect waves in the range of 0.7-3.1 nm due to a possibility to utilize them in the chemical analysis of light elements. The real mirrors have different structure defects that reduce efficiency of mirrors. Their main defect is interlayers which are formed already at the stage of production. Therefore recognizing, taking into consideration and reducing the influence of such interlayers are actual to increase the efficiency of W/Si MXMs.

The purpose of this work is to determine parameters and structure of interlayers in W/Si MXMs.

W/Si MXMs with periods of 1.0-6.2 nm were deposited by direct current magnetron sputtering and studied at the X-ray diffractometer with $\text{CuK}\alpha_1$ radiation ($\lambda=0.154$ nm). Analysis of wide angle diffraction curves was done in order to plot the radial distributions functions of atoms (RDFA) for all interlayers. The average densities of MXMs were determined by a respective critical angle in the region of total external reflection. The radii of the first coordination sphere and coordination numbers (N) were obtained from RDFA analysis.

It was established that during the deposition of W layers with a nominal thickness of $t_w < 0.9$ nm on amorphous Si layers the amorphous hexagonal WSi_2



interlayers ($N \approx 5$) are formed. In samples with $t_w > 1.2$ nm between top and bottom interlayers the layers of amorphous tungsten with a primary structure of β -W ($N \approx 9$) appear. Obtained data allows improving the X-ray optical characteristics of MXMs. In the result of calculations and findings it is possible to build an updated model of the MXM structure with $t_w > 0.4$ nm (fig. 1).

Fig.1 - Updated structural model of the W/Si MXM with $t_w > 1.2$ nm.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЛОЙНЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ НАНОСИСТЕМ

Шипкова И.Г., Веретенникова Ю.И., Девизенко А.Ю., Желуницына Е.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

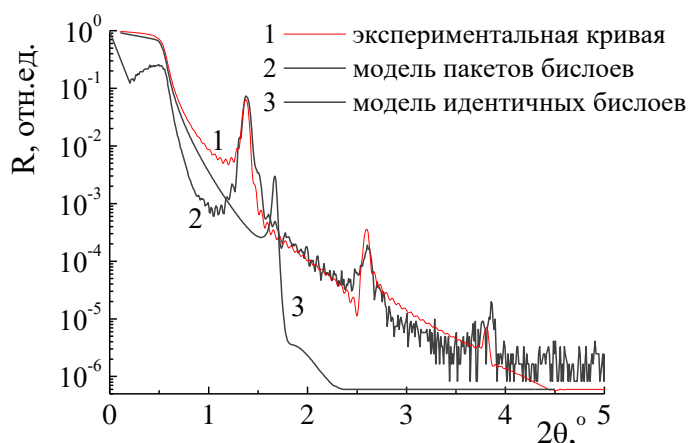
Мультислойные пленочные наносистемы, состоящие из слоев магнитного гранулированного материала с немагнитными диэлектрическими или полупроводниковыми прослойками, при определенной концентрации гранул проявляют высокие значения удельного электросопротивления наряду с предельно низкими значениями коэрцитивной силы. Оптимальное сочетание этих характеристик может быть достигнуто путем варьирования толщин магнитных слоев и прослоек. При разработке материала важным аспектом является контроль внутренних параметров наносистемы. В данной работе рассмотрены возможности метода малоугловой дифракции рентгеновских лучей (МРД) для определения концентрации гранулированных слоев мультислойной системы, а также распределения толщин слоев внутри системы.

Исследованы многослойные ($n = 60$) структуры, содержащие магнитные слои $(\text{Co}_{41}\text{Fe}_{39}\text{B}_{20})_x(\text{SiO}_2)_{100-x}$ в интервале толщин 3,5 – 4,5 нм, разделенные прослойками карбида кремния такой же толщины. Состав композита образцов находился в пределах $x = 24 - 55$ об.%. Спектры МРД получены на дифрактометре ДРОН в излучении $\text{CuK}\alpha_1$ по схеме θ - 2θ в интервале углов скольжения 0- 5°. При определенных значениях θ отражательная способность R является максимальной вследствие выполнения условия Брэггов:

$$m\lambda = 2d \sin \theta_m \sqrt{1 - \frac{2\delta}{\sin^2 \theta_m}}$$

где m – порядок отражения; d – период (толщина бислоя) структуры; δ – характеристика рассеяния рентгеновских лучей [1].

Для моделирования внутреннего строения использован алгоритм программы X-Ray Calc, разработанной на кафедре ФМП НТУ «ХПИ».



Число слоев	Материал	Толщина слоя, Å	ρ , г/см ³
1	SiO ₂	3	2.5
20	SiC	27	2.5
	FeCoB-SiO ₂	43	5
20	SiC	27	2.5
	FeCoB-SiO ₂	43	3
20	SiC	27	2.5
	FeCoB-SiO ₂	43	3.5

При моделировании экспериментальных кривых МРД установлено, что строение реальных образцов отличается от задаваемого и может быть представлено как набор пакетов бислоев с разной концентрацией магнитных слоев.

Литература:

[1] Виноградов А.В. Зеркальная рентгеновская оптика Ленинград: Машиностроение. 1989.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУР КИПЕНИЯ И КОНДЕНСАЦИИ ПАРОКОМПРЕССИОННОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Юшко С.В., Борщ О.Е.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

При проектировании парокомпрессионной холодильной машины изначально задают температуры конденсации и кипения рабочего тела. Направленность процессов теплопередачи ограничивает температуру конденсации снизу температурой среды, охлаждающей конденсатор, а температуру кипения сверху температурой охлаждения холодильной установки. Расчеты показывают, что повышение температуры конденсации и снижение температуры кипения ухудшают показатели цикла: потребляемую мощность привода компрессора и тепловую мощность конденсатора, давление нагнетания (конденсации) и объемный расход компрессора. Если при выборе температур конденсации и кипения учитывать только эти критерии, то температура конденсации должна приближаться к температуре охлаждающей среды, а температура кипения к заданной температуре охлаждения.

Но в составе холодильной системы работают теплообменные аппараты параметры которых также зависят от этих температур. Анализ процесса теплопередачи в теплообменниках показывает, что их поверхности теплопередачи уменьшаются и, соответственно, улучшаются массогабаритные характеристики при высоких значениях температурного напора, т.е. при высокой температуре конденсации (для конденсатора) и низкой температуре кипения (для испарителя). Таким образом, выбор температур конденсации и кипения является компромиссом между характеристиками цикла и параметрами теплообменных аппаратов холодильной машины.

Для выбора оптимальных значений температур конденсации и кипения были использованы стандартный пакет CoolPack для расчета параметров цикла холодильной машины и программы проектирования конденсатора и испарителя, созданные для пакета MathCAD. Оптимизация проводилась по следующим критериям: потребляемая мощность и объемный расход компрессора, массы и объемные расходы теплообменников, которые были объединены в аддитивную целевую функцию с принятыми весовыми коэффициентами. Поиск оптимума осуществлялся методом координатного спуска, а выбор значений температур для минимизации количества расчетов – на основании метода "золотого сечения".

Проведенные расчеты позволили определить оптимальные значения температур кипения и конденсации холодильной машины при заданных условиях ее работы. Необходимо отметить, что полученные результаты субъективно зависят от принятых весовых коэффициентов функции оптимизации, а также от типа и ряда принятых конструктивных и режимных параметров теплообменников, которые приняты при их расчете.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛИТОЧНОГО СКОРОМОРОЗИЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ ЗАМОРАЖИВАНИЯ РЫБЫ

Юшко С.В., Остимчук И.И.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Основным способом консервирования свежей рыбы является ее замораживание. Мороженую рыбу высокого качества получают быстрым замораживанием до температуры -18°C и ниже. Чем ниже температура и меньше длительность процесса замораживания, тем выше качество мороженой рыбы (или других пищевых продуктов).

Предварительное сравнение длительностей процесса замораживания, рассчитанные по формуле Планка, показало значительно меньшую длительность процесса для плиточного скороморозильного аппарата по сравнению с воздушной холодильной камерой (в 7,5 раз для блока рыбы в виде пластины толщиной 5 см). Несмотря на большие сложность конструкции и стоимость, плиточный скороморозильный аппарат имеет значительно более высокую эффективность, удобную форму замороженного продукта в виде блоков стандартного размера, меньшие потери на усушку.

Разные типы рыбы отличаются, прежде всего, по жирности и доле воды в общей массе. Наибольший вклад в изменение физических свойств рыбы (удельные вес, теплоемкость, теплопроводность) вносит доля воды. Эмпирические зависимости физических свойств для интервалов температур ниже и выше криоскопической имеют разный вид. Это обусловлено кристаллизацией воды. Причем, ее постепенная кристаллизация при температурах ниже криоскопической из-за растворенных в ней солей учтена изменением доли вымороженной воды от температуры. Этот параметр учтен в зависимостях физических свойств, на основе которых рассчитаны их среднеинтегральные значения.

Для расчета параметров плиточного скороморозильного аппарата, который является испарителем для холодильной машины, использованы уравнение для расчета коэффициента теплообмена при кипении и уравнение температурного поля при охлаждении плоской бесконечной пластины с граничными условиями 3-го рода в виде ряда. Решение данной задачи позволило уточнить длительность процесса замораживания (1,1 часа), а также определить изменения плотности теплового потока и расхода фреона для питания скороморозильного аппарата. Расход фреона в начале и конце процесса замораживания значительно отличается, что делает необходимым в схеме холодильной установки циркуляционного насоса фреона. Для производительности 1 тонна в час замороженной рыбы рассчитаны конструктивные параметры скороморозильного аппарата: 42 плиты размером $0,82\text{ м} \times 0,82\text{ м}$.

СЕКЦІЯ 8. МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА В АВТОМАТИЦІ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННІ

SEMI-MARKOV MODEL FOR DEPENDABILITY ASSESSMENT OF THE INTERNET OF THINGS-BASED SMART SYSTEMS CONSIDERING VULNERABILITIES, RATES OF FAULTS OF THE SOFTWARE AND HARDWARE COMPONENTS AND RECOVERY RATES **Kolisnyk M.O.**

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Internet of Things (IoT) is a system consisting of networks of sensors, actuators, and smart objects whose purpose is to interconnect “all” things, including everyday and industrial objects, in such a way as to make them intelligent, programmable, and more capable of interacting with humans and each other (IEEE). The number of devices connected to the Internet of things, growing every day. It may be smart sophisticated industrial complexes, smart transport, smart lighting systems of cities, car parks, hospitals smart, smart buildings. There are new standards and technologies to connect devices to the Internet of Things (IoT), proposed by IEEE, ISO, ANSI, IETF, 3GPP, IEC, Web of things, ITU-T, LoRa Alliance. IoT architecture intelligent system (IoTS) can be represented in the form of several layers: a three-level; four-level; five-level. The paper describes the architecture IoTS of five levels: smart connection level; data-to-information connection level; cyber level; cognition level; configuration level. Requirements to IoT: Availability, Reliability, Mobility, Performance, Management, Security and Privacy, Scalability, Interoperability.

Malicious attacks and vulnerabilities impact on components of IoTS devices, software, and databases can be applied at each of these levels. The aim of intruders can be had stored data, video and audio recordings, disabling hardware and software components IoTS, industrial espionage. To assess the reliability IoTS paper the semi-Markov model was proposed, which takes into account the different types of vulnerabilities, fails, and hardware and software failures IoTS, the recovery rate after fails and failures, as well as the malicious effects. Considering of transition from one state to another for this model takes into account the rate of attacks on vulnerabilities IoTS components, the recovery rate and the likelihood of successful attacks, the values of which are estimated based on the analysis of statistical data. The most important indicator of dependability IoTS is function of availability, which takes into account a total probability of finding the system in good working condition. In this paper was researched and analyzed function of availability of IoTS which had been received by the graph of the transition with accounting of reliability of the software and hardware components, intensity of recovery, parameters of vulnerabilities.

The method of IoTS dependability evaluation, based on semi-Markov model was proposed.

VIRTUAL TEST COMPLEX SOFTWARE

Khikhlo O.V., Tverytnykova O.Ye., Khikhlo V.Y.

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The use of personal computers and modern software allows you to create virtual test complexes, in which processes are modulated with accuracy that is sufficient for realization of real research experiment. At the same time it is possible to ensure some changes in wide bounds of any parameters and modes of object's operation that is subjected to analyze. It means that in perspective virtual test complexes will be not just complement, but also in some cases even completely replace real test stands.

One of the most perspective methods of solving research and scientific tasks at manufactures and testing labs is using of different types of software, that allows you to realize computer modeling of complex technological processes more effective. That approach permits you to improve accuracy of analyze tasks and conduct virtual experiments, which realizing in life is difficult.

The aim of this work is to identify requirements to software of virtual test complexes. Virtual test complex software is the basis of virtual drive creating. Exactly the software determines the function of a drive, its appointment and main characteristics, degree of automation etc.

In development of software you need to take into consideration such principles as:

1 Control complex program should be visible to the limit.

2 The program must provide comfort in a work with whole experiment data bases; that is why the results of measurements are given into the form of mnemonic diagram, graphs and tables, wherein the switches between display modes is possible even during calculation process.

3 Complexes are composed of several modules. There is a consecutive interrogation of modules during the process of one computing cycle. In this connection, controlling facilities of their state are necessary. For this purpose, we need to place the indicators of work load and the row of system status in the lower part of window program, which displays concrete operations, that are being done by it.

4 The program can work in information display mode or data recording mode. Besides, you can review the received data again in the form of tables or graphs.

5 Results of testing must be in the form of a standard report, but time of the testing of concrete object is not regulated, so opportunity of thinning data is provided, that are deduced during the print of a report, in addition to this, the program conducts the final processing of testing data.

6 In the process of a work, the program performs sufficient complex sequence of repeating actions; it means that creating of integrated algorithms of diagnostic and setting is necessary. In every session of a work, at the disk log file is creating, in which writing service information about processes processing. Moreover, it is possible to view a stream of character of information, which is transmitted by database.

Coming out of it we can note that: despite of that program turned out complex and volume, using of it allows improving productivity and authentic tests.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ АВАРИЙНОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Ахатов Ф.Р., Гунбин М.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В современном обществе использование беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА) ведётся в самых разнообразных видах деятельности человека: начиная от изначальной идеи аппаратов для разведки и нанесения точечных ударов по силам врага (военная промышленность) до использования таких аппаратов в качестве фото- и видеоаппаратуры, не ограниченной физиологическими особенностями оператора, позволяющими вести фото- и видеосъёмку с невозможных ранее высот и ракурсов, и даже средства доставки грузов (перспективная инновация Amazon inc. – крупнейшей компании по обороту товаров в сети Интернет).

Как и любой технический аппарат, БПЛА ограничен в своих действиях объёмом аккумулятора или топливных ёмкостей, не застрахован на сто процентов от ошибок управления оператора или же автопилота, а так же подвержен форс мажорному влиянию извне – погодным условиям, электромагнитным полям, негативно влияющим на работу всей электронной начинки прибора, опять же – человеческому фактору (в зоне боевых действий или же гражданской среде). Эти и масса других факторов могут спровоцировать некорректную или даже опасную работу БПЛА. Помимо всего прочего существуют так же экологический и экономический аспекты в данном вопросе. Первый связан, прежде всего, с использованием различных топливных источников, которые по-прежнему далеки от идеально чистых и безопасных для окружающей среды, а экономический – с непосредственно производством данного вида аппаратов и их сервисным обслуживанием.

Разработка системы аварийного управления БПЛА является одним из ключевых факторов для безопасного внедрения данной техники в сферы деятельности человека без угрозы для жизни и с наименьшим материальным вредом окружающей среде и, опционально, БПЛА, ведь данную систему можно настроить как на аварийное снижение и дальнейшую подачу сигнала для дальнейшего обнаружения и сервисного обслуживания, так равным счётом и на полное уничтожение аппарата.

Как видно из данных тезисов, исследование и дальнейшая разработка систем аварийного управления беспилотными летательными аппаратами поможет в дальнейшем обеспечить должный уровень безопасности работы с данными аппаратами, позволит довести до автоматизма выбор системой решения, которое будет экономически и стратегически выгодным для хозяина летательного аппарата, а также для всего возможно переносимого/перевозимого полезного груза или технической аппаратуры, установленной на такого вида технике для выполнения определённых поставленных заданий, индивидуально поставленных каждым пользователем, что тоже, несомненно, будет учитываться при выборе решений системы.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ ВІД МІКРОКОНТРОЛЕРНОГО ВИМІРЮВАЧА ДО КОМП'ЮТЕРА

Безбородий Є.А., Григоренко І.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

У роботі [1] доводиться необхідність контролю параметрів технологічного процесу виготовлення кефіру. Для передачі даних використовується інтерфейс RS485. Однак при збільшенні цих параметрів виникає необхідність прокладання додаткових ліній зв'язку, а це не можливо тому що обладнання вже встановлено і відсутнє місце для додаткових ліній зв'язку. В даній роботі пропонується замінити дротову систему передачі даних на бездротову. В якості бездротового зв'язку пропонується використовувати систему Wi-Fi з частотою 2,4 ГГц.

На рис. 1 представлена структурна схема мікроконтролерного вимірювача з використанням бездротового зв'язку Wi-Fi.

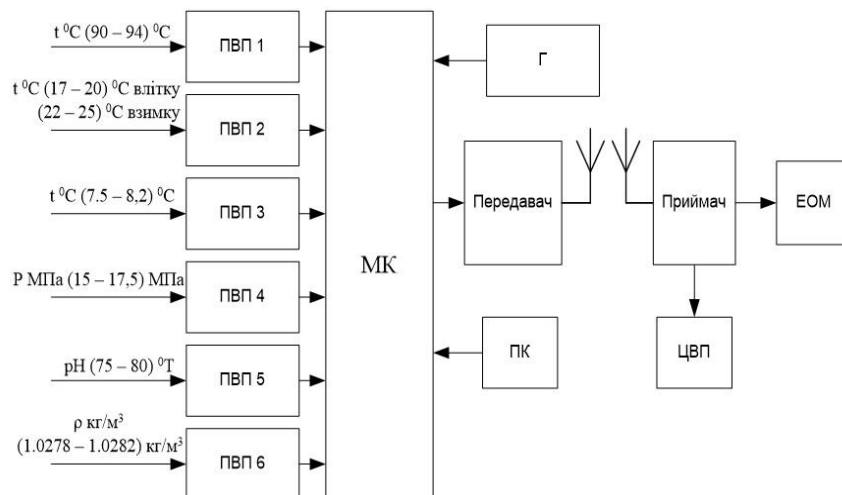


Рисунок 1 – Структурна схема мікроконтролерного вимірювача параметрів технологічного процесу виготовлення кефіру

Wi-Fi зв'язок реалізовано за допомогою передавача FrSky XJT з частотою 2,4ГГц, який під'єднується до мікроконтролера та приймача, що з'єднується з комп'ютером (ЕОМ). До складу передавача входить FrSky XJT, який передає інформацію та антена через яку він це реалізує.

Блок приймача складається з приймача (також FrSky XJT), який приймає сигнал. Далі до цього блоку приєднується цифровий відліковий пристрій для відображення інформації та ЕОМ обробки інформації.

Література:

1. Григоренко І. В. Мікроконтролерний вимірювач параметрів технологічного процесу виготовлення кефіру / І.В. Григоренко, Є.А. Безбородий // III Всеукраїнська науково-технічна конференція: Актуальні проблеми автоматизації та приладобудування України. – Харків, 2016. – С. 142-143.

КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВИБРОАКУСТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ КЛАПАННОГО МЕХАНИЗМА ДВС

Борисенко А.Н., Кубрик Б.И., Лавриненко О.В.

***Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков***

Технико-экономические и экологические показатели двигателей внутреннего сгорания (ДВС) существенно зависят от технического состояния их впускных и выпускных клапанов, которые изменяются в процессе эксплуатации. Физические процессы в клапанных механизмах, в частности, виброакустические, подвержены влиянию огромного количества случайных факторов и поэтому носят случайный характер. Существующие же в настоящее время методы, методики и системы диагностирования клапанных механизмов ДВС базируются в основном на детерминистических подходах и не обеспечивают необходимой достоверности диагностирования.

В данной работе синтезируются и исследуются модели информационно-сигнальных полей процесса диагностирования клапанного механизма ДВС, создаются специализированные методы первичной обработки информационных сигналов, методы формирования пространства диагностических признаков, базирующиеся на методах статистической теории распознавания образов. Рассмотрены методы принятия решений для систем диагностирования клапанов и обоснованы возможности применения нейронных сетей для классификации дефектов клапанного механизма. Это позволило разработать образец компьютеризированной системы диагностирования газораспределительного механизма (ГРМ) ДВС, а также провести его экспериментальные исследования.

При анализе физических процессов в клапанах ГРМ авторами предложена обобщённая модель информационных сигналов в виде гильбертового линейного случайного поля, которая позволила описать взаимодействие полей механических возмущений в элементах ГРМ без дефектов и с дефектами. Благодаря этой модели, результаты экспериментальных исследований были использованы для статистического подхода при оценивании характеристик вышеупомянутого поля. С целью получения дополнительных диагностических признаков авторы предложили производить первичную обработку виброакустических сигналов в частотно-временном и амплитудно-фазочастотном полях.

Для проверки правильности теоретических положений авторы произвели экспериментальные исследования действующего образца системы диагностики и установили, что в ряде случаев, закон распределения диагностических признаков отличается от нормального. В связи с этим была произведена нормализация этих законов методом аппроксимации распределениями Пирсона.

Рассмотренная компьютеризированная система диагностики успешно прошла натурные испытания на ГП «Завод имени Малышева» при оценке технического состояния ГРМ агрегатов Д100 и Д70.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА

Борисенко А.Н., Кубрик Б.И., Литвиненко С.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Топливная экономичность, мощность, токсичность отработавших газов и ряд других показателей работы дизель-генераторов (ДГ) в значительной мере зависят от технического состояния узлов газораспределительного механизма (ГРМ) таких, как впускные и выпускные клапана, агрегаты наддува, выпускные коллекторы и т.д. Указанное состояние меняется в процессе эксплуатации и его необходимо непрерывно учитывать путем неразрушающего контроля соответствующих элементов конструкции.

Мониторинг состояния вопроса в области технической диагностики ДГ показывает, что наиболее высокие показатели диагностирования могут быть достигнуты только при стохастическом подходе к решению проблемы, поскольку происходящие в реальном объекте физические процессы носят случайный характер. В связи с этим для оценки технического состояния ГРМ авторы предлагают использовать высшие моменты распределения случайных процессов (виброакустических колебаний) и строить вектор диагностических признаков в пространстве эксцесс-асимметрия, являющиеся основными информативными сигналами. При этом в качестве дополнительных диагностических признаков используются амплитудно-частотный и фазо-частотный спектры виброакустических колебаний клапанного механизма ДГ.

Авторы моделируют эталонные информационные сигналы, которые отвечают диагностируемым образцам клапанов с различными типами дефектов. В свою очередь это позволяет синтезировать соответствующую выборку для обучения и налаживания системы диагностики и сократить число необходимых для этой процедуры реальных эталонных образцов с дефектами различных типов. Кроме того, авторам удалось решить задачу безэталонной диагностики впускных и выпускных клапанов ДГ, что существенно расширяет функциональные возможности диагностической системы за счет отказа от применения эталонных образцов изделий для настройки системы.

В модернизированном варианте системы диагностики ГРМ ДГ предлагается построить классификатор дефектов на основе искусственных нейронных сетей адаптивной резонансной теории ART-2, которые характеризуются возможностью учиться без учителя и обучаться в процессе диагностирования.

Модернизированная авторами система для оценки технического состояния ГРМ ДГ реализована на современной элементной базе и снабжена соответствующим программным обеспечением, а ее экспериментальные исследования на агрегатах типа Д80 подтвердили повышение достоверности диагностирования в среднем на 10 – 15%.

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТОЧНОСТІ РОБОТИ ЛАЗЕРНОЇ СИСТЕМИ

Буличова К.В., Григоренко І.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Сучасний етап розвитку інформаційних технологій дозволяє істотно підвищити точність обробки даних з точки зору вирішення задач апроксимації функціональних залежностей завдяки використанню штучних нейронних мереж (ШНМ). Нейронні мережі (НМ) – потужний метод моделювання, що дозволяє відтворювати надзвичайно складні залежності. При роботі НМ приймає значення вхідних змінних і видає значення вихідних змінних. Здатність до моделювання нелінійних процесів, роботи з зашумленими даними і адаптивність дають можливість застосовувати НМ для аналізу лазерної системи. Як у будь-якої лазерної системи є фактори, що впливають на її роботу. У роботі [1] була визначена схема багатошарового персептрону та були визначені фактори впливу на лазерну систему – температурний режим, вібрації та засміченість повітря робочої зони. Схема багатошарового персептрона, що пропонується виконана в середовищі Matlab і представлена на рис.1.

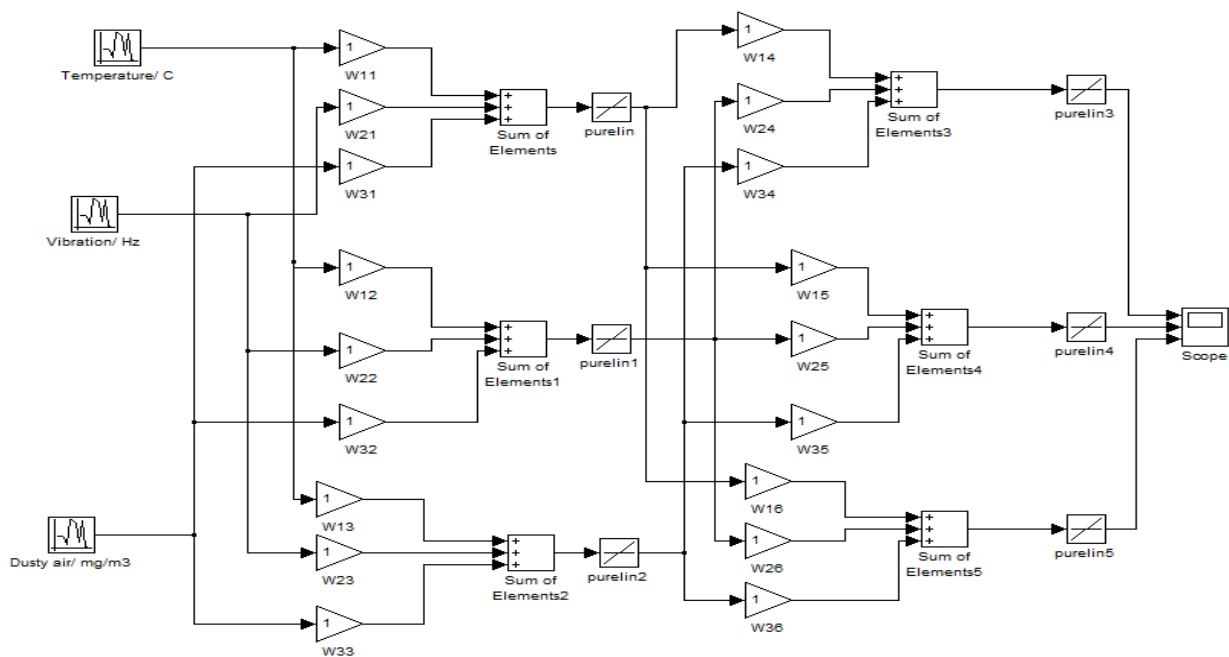


Рисунок 1 – Трьохшаровий персептрон зі зворотнім зв'язком

Запропонована модель надає можливість задавати фактори, що впливають на точність роботи лазерної системи та врахувати їх спільну дію.

Література:

1. Григоренко І. В. Аналіз можливості використання нейронної мережі для контролю працездатності лазерної системи / І. В. Григоренко, К.В. Буличова // III Всеукраїнська науково-технічна конференція: Актуальні проблеми автоматики та приладобудування України. – Харків, 2016. – С. 144–145.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Вежичанин Р.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Особое, ключевое место в системе контроля производства занимает контроль качества. Именно контроль качества как одно из эффективных средств достижения намеченных целей и важнейшая функция управления способствует правильному использованию объективно существующих, а также созданных человеком предпосылок и условий выпуска продукции высокого качества. От степени совершенства контроля качества, его технического оснащения и организации полностью зависит эффективность производства в целом.

Именно в процессе контроля осуществляется сопоставление фактически достигнутых результатов функционирования системы с запланированными. Современные методы контроля качества продукции, позволяющие при минимальных затратах достичь высокой стабильности показателей качества, приобретают все большее значение.

Предметом контроля может быть не только исполнительская деятельность, но и работа менеджера. Контрольная информация используется в процессе регулирования. Так говорят о целесообразности объединения планирования и контроля в единую систему управления (Controlling): планирование, контроль, отчетность, менеджмент.

Эффективная система контроля позволяет в большинстве случаев осуществлять своевременное и целенаправленное воздействие на уровень качества выпускаемой продукции, предупреждать всевозможные недостатки и сбои в работе, обеспечивать их оперативное выявление и ликвидацию с наименьшими затратами ресурсов. Положительные результаты действенного контроля качества можно выделить и в большинстве случаев определить количественно на стадиях разработки, производства, обращения, эксплуатации (потребления) и восстановления (ремонта) продукции.

Эффективная система контроля позволяет в большинстве случаев осуществлять своевременное и целенаправленное воздействие на уровень качества выпускаемой продукции, предупреждать всевозможные недостатки и сбои в работе, обеспечивать их оперативное выявление и ликвидацию с наименьшими затратами ресурсов. Положительные результаты действенного контроля качества можно выделить и в большинстве случаев определить количественно на стадиях разработки, производства, обращения, эксплуатации (потребления) и восстановления (ремонта) продукции.

В рыночных условиях хозяйствования существенно возрастает роль служб контроля качества продукции предприятий в обеспечении профилактики брака в производстве, усиливается их ответственность за достоверность и объективность результатов осуществляемых проверок, недопущение поставки потребителям продукции низкого качества.

ИНДИКАТОР ВЛАЖНОСТИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Гайдаш А.М., Гунбин М.В., Кордюмов О.І.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Разработка малогабаритных переносных измерителей влажности остаётся актуальной проблемой. Одним из направлений создания таких приборов является диэлькометрический принцип измерения. Он основан на измерении диэлектрической проницаемости материалов, которая в свою очередь, зависит от количества влаги в измеряемом веществе.

На практике широко распространены технологические процессы, которые требуют допусковый контроль уровня влажности для одного вещества (например, для подсолнечника на маслозаводе).

Основными требованиями к данному классу устройств являются их небольшие габаритные размеры, малый вес и невысокая стоимость.

Чувствительный элемент индикатора полностью заимствован у устройства по упомянутому выше патенту Украины. Отличие предлагаемого устройства состоит в том, что вместо микроконтроллера для программной обработки информации используются аппаратно реализованные пороговые элементы со светодиодной индикацией.

Разработаны индикаторы с двумя вариантами индикации: с тремя и пятью уровнями контролируемой влажности – номинальным, верхним и нижним допустимыми значениями влажности. Во втором варианте прибора дополнительно введены ещё два пороговых значения, предшествующее и превышающее допустимые значения.

При измерении влажности сыпучих материалов контурная катушка высокочастотного преобразователя располагается в центре измеряемого вещества. Экспериментально установлено, что минимальный объём вещества должен быть 10 дм³, т.е. это бытовое пластмассовое ведро, ёмкостью 10 л. В этом объёме высокочастотное поле преобразователя полностью поглощается измеряемым веществом.

Проведены экспериментальные исследования по выбору параметров элементов высокочастотного последовательно-параллельного колебательного контура с целью частичной компенсации погрешности от насыпной плотности. Характеристики снимались на частоте 6 мГц при минимальной и максимальной насыпной плотностях измеряемого вещества. Определены оптимальные параметры контура.

ЦИФРОВИЙ ВИМІРЮВАЧ ТИСКУ КОТЛІВ ВЕЛИКОЇ ПОТУЖНОСТІ

Гарбарь Д.Ю., Тверитникова О.Є., Хіхло О.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Котельні установки великої потужності широко застосовуються для різних технологічних процесів, теплопостачання, систем опалення, вентиляції тощо. У районних котельнях також застосовують котли великої потужності. Зокрема, у районній котельні акціонерного товариства «Теплоенергетичний центр Роганського промвузла» утвореного на базі старої котельні молочного комбінату встановлено модернізовані котли ДКВР-20 і нові котли КВ-ГМ-35-150 (ПТВМ-30М) і ДЕ-25. Підприємство виконує постачання теплової енергії на значну промислову зону Індустріального району Харкова і кілька житлових мікрорайонів. Котли відповідають вимогам стандартів і нормативних документів, що діють на території України, зокрема технічному регламенту безпеки машин та устаткування, ДСТУ EN 60204-1:2004.

Для безпечної роботи котлів великої потужності дуже важливо передбачити прилади безпеки, що забезпечують своєчасне і надійне автоматичне відключення котла або його елементів при неприпустимих відхиленнях від заданих режимів експлуатації.

Одним із важливих параметрів, який треба контролювати при експлуатації котлів є тиск. Запропоновано схему цифрового вимірювача параметрів тиску котлів великої потужності (рисунок 1).

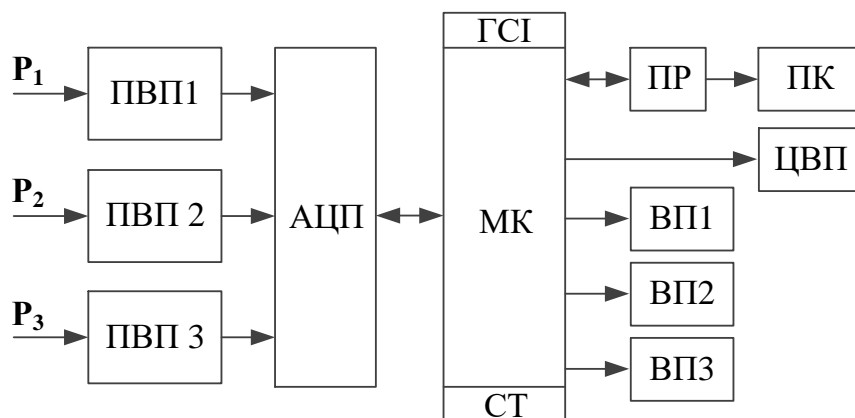


Рисунок 1 – Структурна схема цифрового вимірювача параметрів тиску

Аналогова частина містить у собі первинні вимірювальні перетворювачі (ПВП1 – ПВП3), які вимірюють тиск по трьом каналам.

У цифрову частину входять: аналого-цифровий перетворювач (АЦП), який має вбудований 4-канальний комутатор; мікроконтролер з вбудованим сторожовим таймером (СТ) та генератором синхронізуючих імпульсів (ГСІ); цифровий відліковий пристрій (ЦВП) зі схемою керування; перетворювач рівня (ПР), для з'єднання приладу з персональним комп'ютером й виконавчі пристрої (ВП1 – ВП3).

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА С ШИРОТНОЙ И ЧАСТОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ

Глущенко А.Н., Дорошенко Ю.И., Гунбин М.В., Караман Д.Г.

***Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков***

Анализ литературы по дискретным системам управления показывает, что системы управления с широтной и частотно-импульсной модуляцией рассматриваются как принципиально нелинейные, что ограничивает их исследование в общем виде. В [1-4] показаны условия линейности таких систем, что позволяет исследовать их в общем виде. Математические модели таких систем требуют дальнейшего исследования.

В связи с описанной проблемой была поставлена задача: рассмотреть вопросы математических моделей звеньев и системы управления с широтно-импульсными усилителями мощности, частотно-импульсным датчиком и цифровым корректирующим фильтром на примере управления двигателем постоянного тока. Для решения поставленной задачи был спроектирован и реализован действующий лабораторный макет по исследованию характеристик системы управления ДПТ с широтной и частотно-импульсной модуляцией.

Целью исследований является определение характеристик системы постоянного тока «двигатель-генератор».

В данном лабораторном макете реализуется регулирование скорости вращения ДПТ при различных нагрузках. Изменение нагрузки обеспечивается применением системы «двигатель-генератор» с помощью ШИМ.

Техническая реализация макета основана на использовании микроконтроллера ATmega328p, который имеет встроенный USB-порт, что позволило проводить исследования с помощью ПК.

С помощью спроектированного макета запланировано дальнейшее исследование автоматической системы управления, получение характеристик переходного процесса в системе «двигатель-генератор».

Литература:

1. Кунцевич В.М. Нелинейные системы управления с частотной и широтно-импульсной модуляцией / В.М. Кунцевич, Ю.Н. Чеховой – К. : Техника, 1970. – 340 с.
2. Попов Н.Р. Исследование методов анализа и разработка элементов и устройств систем управления с широтно- и частотно-импульсной модуляцией: Автореф. дис. канд. техн. наук. / Н.Р. Попов – Харьков, 1987. – 18 с.
3. Попов Н.Р. Широтно-импульсный модулятор как преобразователь взаимно обратных функций / Н.Р. Попов, И.Н. Попов // Радиотехника. – Вып. 94, Респ. межвед. науч.-техн. сборник. – Харьков : Вища школа, 1991 – С.3-7.
4. Анализ двухконтурной системы термостабилизации устройств радиоэлектронной аппаратуры / Н.Р. Попов, М.В. Гунбин, А.И. Гапон, П.А. Качанов // Радиотехника. – Вып. 114, Всеукраинский межвед.науч.-техн.сборник. – Харьков : Вища школа, 2000. – С.189-194.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИМІРЮВАЧА ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИНА

Григоренко І.В., Сікора Н.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

У роботі [1], розглянуто цифровий вимірювач параметрів технологічного процесу виготовлення вина, що має шість каналів вимірювання: перший вимірює вміст цукру та алкоголю вина в резервуарі, з другого по шостий – температуру вина в резервуарі. Для передачі даних до комп'ютера (ЕОМ) від цифрового вимірювача використовувався інтерфейс RS485. Для вдосконалення передачі й прийому сигналу при високому рівні електромагнітних завад стає необхідним відмовитись від дротових ліній зв'язку і використовувати радіо канал такий як Wi-Fi, що працює на частоті 2,4 ГГц. Структурна схема цифрового вимірювача із системою збору інформації та системою прийняття й обробки інформації представлено на рис. 1.

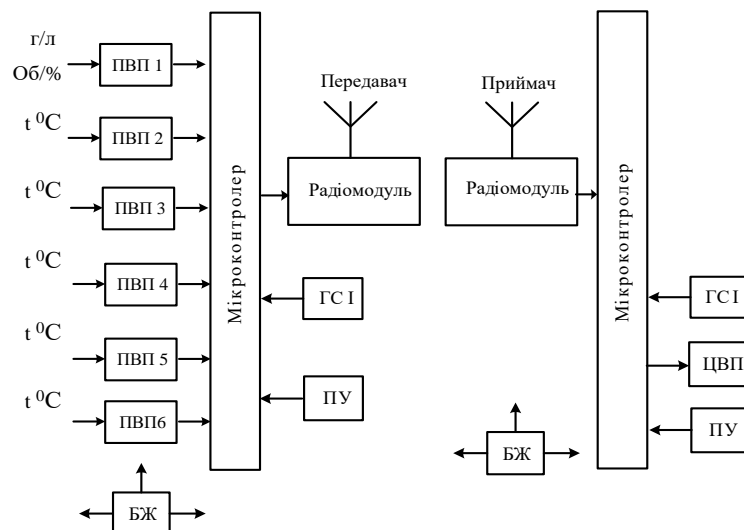


Рисунок 1 – Структурная схема

До складу системи збору інформації входять: ПВП1 – призначений для контролю вмісту алкоголю у сировині, ПВП2 – ПВП6 призначені для контролю температури; радіомодуль NRF24L01 (передавач), генератор синхронізуючих імпульсів (ГСІ), пульт управління (ПУ). До складу системи прийняття й обробки інформації також входять приймач NRF24L01, мікроконтролер, що здійснює обробку вимірювальної інформації та відображає параметри, які контролюються на цифровому відліковому пристрої (ЦВП).

Література:

1. Григоренко І. В. Цифровий вимірювач параметрів технологічного процесу виготовлення вина / І. В. Григоренко, Н.С. Сікора // III Всеукраїнська науково-технічна конференція: Актуальні проблеми автоматики та приладобудування України. – Харків, 2016. – С. 150-151.

ВИКОРИСТАННЯ FUZZY-LOGIC ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ВІРОГІДНОСТІ ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ МЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ

Григоренко І.В., Григоренко С.М.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У промисловості при проведенні контролю металевих виробів за допомогою вихрострумових перетворювачів роблять сканування поверхні по різним схемам і з різним кроком, які регламентуються технічною документацією. Вихідний сигнал перетворювача вимірюється при послідовному переміщенні датчика відносно дефекту, а координата x відлічується по місцю розташування центру вихрострумowego перетворювача. Зазор підтримується постійним. Для того, щоб бути впевненими у тому, що дефект не залишився не виявленим, потрібно визначати допуск на параметр контролю, а також на параметри поля вихрострумowego перетворювача. Отже, не є можливим задавати лише, наприклад, глибину дефекту l , потрібно знати довірчий інтервал, у якому може знаходитись його значення Δl . Такі ж довірчі інтервали існують і для параметрів поля вихрострумowego перетворювача. Наявність мінімальних та максимальних значень параметрів контролю надає змогу для підвищення вірогідності виявлення дефекту металевих виробів використовувати апарат теорією нечітких розмитих множин (системи FUZZY-logic) для побудови системи ситуаційного реагування, що стежить за метрологічною ситуацією. Нечіткий аналіз визначається в часовій області й не має ніяких обмежень, у той час як традиційний аналіз придатний тільки в межах певних частотних границь. Нечіткі вхідна x і вихідна змінна y суб'єктивно характеризується функціями належності $\mu_x(x)$ й $\mu_y(y)$. Для того щоб характеризувати величину відхилення від бажаного значення при моделюванні розкиду параметрів перетворювача введемо функцію належності. Відхилення параметрів магнітної індукції B і значення напруженості поля в зразку H , що прямо пропорційна значенню струму в первинному ланцюзі характеризуються відповідно функціями належності $\mu_B(B)$ й $\mu_H(H)$, які утворюють векторну функцію належності. Нечітка змінна на виході $y(l)$ характеризується функцією належності $\mu_y(y, l)$, що може бути функцією від t , інтервалом або просто скалярною функцією. Процедура прийняття рішення за допомогою теорії нечітких множин складається із трьох етапів: фазифікації, обчислення правил і дефазифікації. Результатом роботи блоку фазифікації є масив нечітких виходів, які являють собою набір пар: лінгвістичних термів (ЛТ) і їх значень вірогідності. Наступний етап – обчислення правил. Дефазифікація – це заключний крок в алгоритмі нечіткої логіки (НЛ), на якому відбувається перетворення нечіткої інформації, що втримується у вигляді значень вірогідності ЛТ, у чітко певне значення. Дефазифікація виробляється по фігурі, отриманої шляхом додавання всіх функцій належності (ФН) термів вихідний лінгвістичній змінній. В результаті отримаємо фігуру, центр ваги якої дає оптимальні параметри B і H для точного визначення глибини дефекту металевих виробів.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНЫХ РЕЖИМОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В ТЕПЛИЧНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ

Двойников А.А., Гапон А.И.

***Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков***

Применение средств комплексной автоматизации в производстве овощной продукции позволяет минимизировать расход водных и энергоресурсов, а также удобрений и средств хим. защиты растений, повысить урожайность (отдачу продукции с кв. м.) и гарантировать высокое качество продукции.

Однако разработка систем управления для тепличного хозяйства связана с решением ряда специфических проблем, обусловленных особенностями объекта управления. К таким особенностям следует отнести:

- длительность процесса выращивания (до 8-9 месяцев);
- явно выраженный нелинейный и нестационарный характер изменения регулирования климатических параметров;
- большое число случайных возмущающих факторов, как физической природы (температура, влажность, давление, уровень жидкости), так и биологической, не поддающейся автоматическому измерению (наличие болезней, сортамент культур, засоренность почвы и пр.)

Структуры систем, не смотря на их многообразие, мало отличаются от системы [1,2]. Они включают датчики температуры воздуха, почвы и подаваемой на орошение воды, датчики влажности воздуха и почвы, датчики давления, состояния запорной арматуры и насосов поливной системы, датчик освещенности, датчики состояния системы вентиляции. Однако наибольшее влияние на экономическую и энергоэффективность оказывают алгоритмы управления. Современные алгоритмы должны содержать прогнозирование состояния регулируемых параметров, учитывать и обеспечивать взаимосвязь между такими факторами как освещённость и длительность светового дня, количество влаги в почве и атмосфере, наличие питательных веществ, влажности воздуха, стадии роста и плодоношения растений.

Существенную роль в эффективность алгоритмов вносит сортамент продукции, растений. Поскольку, даже в внутри одной группы (томаты, огурцы, перец, цветы и пр.), оптимальные графики роста существенно различаются для каждого сорта. Поэтому возникает задача синтеза семейств программ управления процесса выращивания тепличной продукции. Алгоритмы программного обеспечения строятся на базе экспертных оценок, полученные в результате экспериментальных исследований.

Литература:

1. Ивченко А.В. Автоматизация в закрытом тепличном комплексе / А.В. Ивченко // Вестник Череповецкого государственного университета. - Выпуск 4. - 2015 г.
2. Токмаков Н. М. Математическая модель системы управления аграрных теплиц / Н.М. Токмаков., В.С. Грудинин // Гавриш. - 2008. - №3. - С. 28-32.

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ СУШКИ

Денисенко Н.А., Гунбин В.Э.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Сушка – один из наиболее энергоемких процессов, поэтому организация оптимального по экономии энергетических ресурсов процесса сушки является актуальной проблемой.

В работе рассматривается технологический процесс пропарки при сушке капиллярно-пористых материалов в сушильной камере периодического действия [1,2]. Показано, что математическая модель такого процесса может быть представлена в виде системы линейных дифференциальных уравнений пятого порядка с одним входом и одним выходом (рис.1):

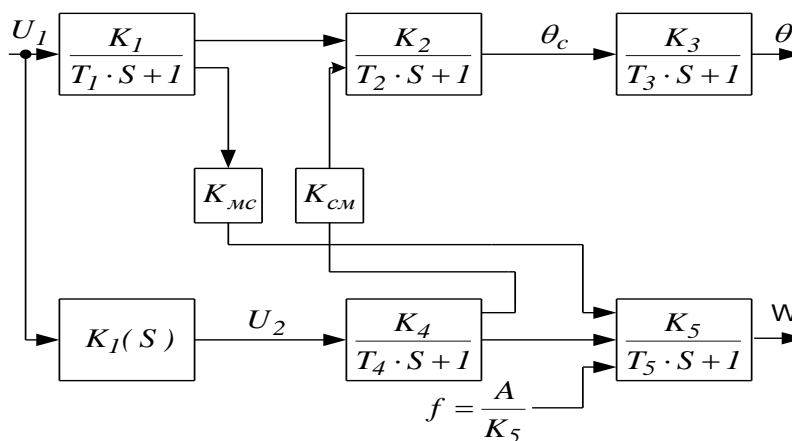


Рисунок 1 – Структурная схема объекта управления

На основании указанной структурной схемы (рис. 1) проведено моделирование с учётом изменения температуры.

Сделаны выводы о реализации задачи минимизации расхода теплоносителя с использованием системы MATLAB.

Литература:

1. Рогачёв А.И. Моделирование процессов сушки капиллярно-пористых материалов в пакете MATLAB/Simulink / А.И. Рогачёв, Н.А. Денисенко // Вісник НТУ «ХПІ», збірник наукових праць. Тематич. випуск Автоматика та приладобудування. – Харків: НТУ «ХПІ». 2010. - №23. - с.85-91.
2. Рогачёв А.И. Минимизация расхода теплоносителя в объекте с вырожденной передаточной функцией / А.И. Рогачёв // Інтегровані технології та енергозбереження. – Харків: НТУ «ХПІ», 2003. - №1. – с.11-14.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ОТОПЛЕНИЯ

Доброневский Е.А., Острожинский А.О., Трохин М.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В статье изложены вопросы экономической выгоды применения специализированных систем для управления отопительными процессами, повышение КПД систем отопления за счет использования методов, заложенных в управляющий алгоритм, не зависящих напрямую от качества и параметров существующей отопительной системы и условий её эксплуатации. Описано структурную схему и набор дополнительных функций и параметров такой системы.

Цель работы – нахождение эффективного алгоритма для управления отоплением с точки зрения экономичности решения, ввиду тенденции увеличения стоимости энергоресурсов и затрат на модернизацию отопительных систем.

В качестве основной меры эффективности решения, введено понятие критерия расходов, учитывающий нестационарные параметры тепловых систем и дополнительные параметры, позволяющие изменить значение критерия без изменения отопительной системы. Рассчитано относительное изменение критерия оценки, при использовании методов, изложенных в статье.

Основные методы, позволяющие достичь снижения расходов на отопление с помощью специализированной системы управления:

- недельный программатор;
- прогнозирование отклика;
- распределение нагрузки между разными типами энергоносителей;
- использование двухзонного тарифа.

На практике внедрение рассматриваемой системы управления возможно, как на этапе проектирования отопительной системы, так и непосредственно в готовый объект. При этом такие системы управления характеризуются относительно низкой себестоимостью и быстрой самокупаемостью, что дополнительно указывает на необходимость в их разработке и внедрении. В статье намечены основные пути развития подходов к управлению отоплением, а также оценка текущих работ в этом направлении.

В результате были проведены теоретически расчеты, в зависимости от конкретного метода, а также комбинаций методов, для различных типов отопительных систем и площадей жилых домов. Сравнение теоретических результатов с практическими, путем разработки и внедрения специализированной системы управления в существующую отопительную систему. Стоит отметить, что внедрение такого рода систем не только снижает расходы на отопление, но и так же продлевают срок службы оборудования, за счет ограничения выходной мощности и непостоянного режима работы.

ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗДРОТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ З МІКРОПРОЦЕСОРНИМИ ВИМІРЮВАЛЬНИМИ ПРИЛАДАМИ

Дубровський Є.С., Кайдалов О.Л., Лисенко В.В., Павлюк Г.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В 2017 році світ інформаційних технологій активно розвивається і рухається в бік автоматизації вимірювальних процесів та бездротових технологій передачі даних. Набуває популярності термін «Інтернет речей», щоденно збільшується кількість пристроїв що мають вихід до глобальної мережі Інтернет. Разом з цим існує потреба віддаленого керування і моніторингу показників вимірювальних приладів. Для вирішення цієї задачі пропонується програмно-апаратний комплекс, що виступає в ролі веб-інтерфейсу для мікропроцесорних вимірювальних приладів.

Апаратна частина комплексу представляє собою пристрій що живиться від мережі 220 В, та включає в себе процесор з ядром від i8051, SPI FLASH об'ємом 512 кБ, антену, модуль перетворення логічних рівнів для передачі або прийому даних з мікропроцесорного вимірювального приладу по інтерфейсу UART/RS-232. Також до складу пристрою входить реле для керування подачею напруги на вимірювальний прилад та набір кольорових світлодіодних індикаторів стану комплексу (передача або прийом даних, включення живлення вимірювального приладу, індикація режимів роботи та інш.).

Модуль підтримує стандарти IEEE 802.11b/g/n і працює на стеку TCP/IP. При відсутності сигналу від мікропроцесорного вимірювального приладу певний час, модуль повідомляє серверу про обрив зв'язку. Модуль має можливість надсилати дані не тільки по запиту, а й з певним періодом без запиту, в залежності від встановленої прошивки та конфігурації на сервері. Вимірювальний мікропроцесорний прилад може надсилати дані у будь-якому форматі, тому що парсинг виконується на сервері по заданому шаблону. Завдяки наявності SPI FLASH з'являється можливість завантажувати нове програмне забезпечення до модуля дистанційно (FOTA – Flashing Over The Air, Програмування через повітря), для цього потрібно умовно розділити флеш пам'ять на дві частини та попередньо завантажити службові бінарні файли, після цих маніпуляцій можливо багаторазове дистанційне перепрограмування.

Програмна частина це сервер який «спілкується» зі всіма модулями в локальній мережі (за умови наявності Wi-Fi), та «віддає» веб-інтерфейс з котрого користувач має можливість зчитувати або посилати дані, конфігурувати шаблони парсингу або запису даних чи команд до вимірювального приладу і найголовніше користувач має можливість завантажувати нову прошивку до модулів дистанційно з веб-інтерфейсу.

Застосування вказаного комплексу може суттєво розширити сферу використання раніш розроблених мікропроцесорних вимірювальних приладів у складі інформаційно-вимірювальних комплексах і системах.

ПОЛУЧЕНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ ПОМЕЩЕНИЯ

Евсеенко О.Н.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Истощение природных энергетических ресурсов и увеличение затрат на их обработку вынуждает все страны искать технологии, которые могут повысить эффективность использования энергии, а не только увеличивать объемы её производства. Хорошо известно, что затраты на повышение эффективности использования значительно ниже, чем стоимость генерации такого же количества энергии. Теме рационального использования энергоресурсов посвящено огромное количество научных работ во всех странах мира. Одним из основных источников потребления энергии во всем мире является использование энергии в зданиях, как жилых, так и коммерческих. Проведенные исследования показывают, что почти 20% от общего потребления энергии во всем мире приходится на эксплуатацию жилых и коммерческих зданий. Более 75% текущего потребления электроэнергии приходится на жилые, административные и офисные здания. Таким образом, проблема экономии энергии не может быть решена без разработки методов по энергоэффективной эксплуатации зданий.

Большинство существующих систем отопления жилых и общественных зданий работают в неуправляемом режиме в течение 24 часов в сутки. Такая непрерывная работа системы отопления приводит к перерасходу теплового ресурса. Однако хаотичное выключение/включение нагревательных элементов также может привести к перерасходу теплового ресурса и нарушению комфорта в помещении. Поэтому для экономии энергии необходимо использовать регулятор с предсказанием, который позволит учитывать, суточный график температуры окружающего воздуха, количество людей в здании и температуру в помещении, что может помочь сэкономить ресурс на отопление.

В среде ANSYS Fluent построена модель офисного помещения размером $3.5 \times 5 \times 2.5$ м. Проведено моделирование по получению влияния температуры окружающего воздуха на температуру в помещении. Получено влияние нагревательного элемента на температуру в помещении, в зависимости от его времени включения (рис. 1). Эти данные являются исходными для построения регулятора с предсказанием.

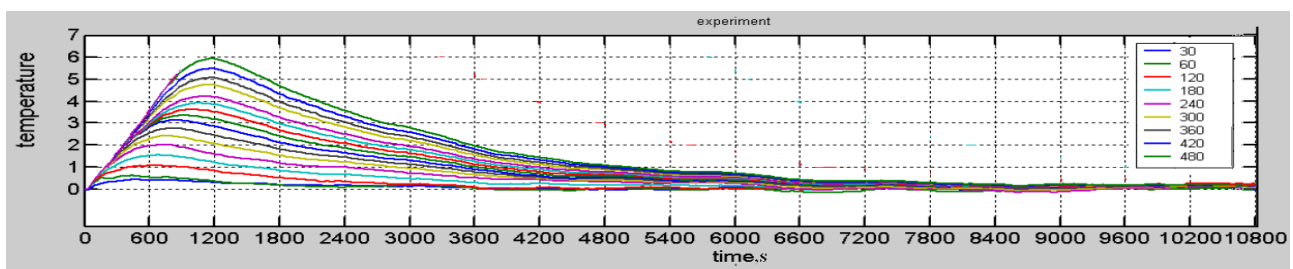


Рисунок 1 – Приращение температуры в помещении

К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДРЕВОВИДНЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ФИЛЬТРАЦИИ СИГНАЛОВ И ИЗОБРАЖЕНИЙ

Ивашко А.В., Вдовенко Е.Ю.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В настоящее время методы и средства цифровой обработки сигналов и изображений широко используются в технике, медицине и социальной сфере. При этом наряду с линейными часто применяются нелинейные, в частности медианные фильтры. Такие фильтры особенно эффективны в случае импульсного, спекл-шума и шума вида “соль и перец”.

Значительным недостатком медианных фильтров является повышенная сложность реализации, как правило, резко возрастающая при увеличении апертуры фильтра и разрядности входных данных. Поэтому возникает необходимость в использовании класса нелинейных фильтров, близких по эффективности к медианным, однако, существенно проще реализуемых. Среди таких фильтров наиболее часто применяются псевдомедианные, взвешенные медианные и древовидные псевдомедианные фильтры (ДПМФ) [1].

Следует, однако, отметить, что анализ эффективности упомянутых фильтров недостаточно отражен в научной литературе. Теоретический расчет коэффициента шумоподавления, основанный на теории порядковых статистик, не всегда возможен, а экспериментальные исследования известны не для всех фильтров и разновидностей шума.

Для ликвидации этого пробела в среде MATLAB реализована программа, оценивающая фильтрацию искусственно зашумленных изображений различными древовидными структурами. Был рассмотрен ряд древовидных псевдомедианных фильтров с апертурами 3x3, 5x5 и 7x7, а также древовидные фильтры, объединяющие медианные и взвешенные медианные базовые элементы. Тестовые изображения искажались импульсным, гауссовским и мультипликативным шумами с предварительно заданным коэффициентом.

В результате исследований установлено, что при воздействии импульсного шума малой интенсивности наиболее эффективными оказываются древовидные взвешенные псевдомедианные фильтры, при средних уровнях шума – ДПМФ с апертурой 3x3, при высоких – ДПМФ с апертурами 5x5 и 7x7.

При фильтрации белого аддитивного гауссовского шума однозначное преимущество получают фильтры с большей апертурой (5x5, 7x7). Аналогичные результаты (чем больше апертура, тем качественнее фильтрация) получены и при воздействии мультипликативного шума.

Литература:

1. Дорошенко Ю.И. Алгоритм генерации структур древовидных псевдомедианных фильтров на основе теории разбиений/ Ю.И. Дорошенко, А.В. Шостак, О.С. Сомхиева // Вісник НТУ “ХПІ”. – Харків : НТУ “ХПІ”, 2007. – №37, С. 3-8.

К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ФИЛЬТРАЦИИ СПЕКЛ-ШУМА

Ивашко А.В., Обухова Т. А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В процессе передачи и преобразования изображения подвергаются воздействию различных помех, что приводит к потере полезной информации. Проблема шумоподавления является одной из самых актуальных проблем обработки как статичных изображений, так и видео. Одной из главных и трудноразрешимых проблем является подавление спекл-шума.

Спекл-шум – это разновидность мультипликативного шума. Его причиной является наложение когерентных волн, энергетические помехи при отражении лучей в аппаратуре, вследствие чего прибор неспособен правильно различить мелкие объекты. Спекл-шум ухудшает качество радиолокационных изображений, ультразвуковых, ЯМР и оптических томограмм, вызывая трудности при вторичной обработке и интерпретации изображений.

Было рассмотрено 6 методов фильтрации изображения: медианный фильтр, фильтры Винера, Ли, Фроста, Савицкого-Голея, анизотропный диффузный метод. Каждый из вышеперечисленных фильтров был применён к базовым исходным изображениям с различной степенью воздействия шума. В результате были определены коэффициенты шумоподавления при применении различных методов для выявления их преимуществ и недостатков.

В результате фильтрации шума вышеперечисленными методами наибольшую эффективность показал метод анизотропной диффузии, он способен был подавить от 60% до 72% шума на изображении. Можно отметить, что при малом зашумлении спекл-шумом наиболее эффективна фильтрация Фроста(51-70%). Также эффективна фильтрация методом Ли (50-63%). Данные фильтры показали высокий коэффициент шумоподавления, значительно уменьшили влияние спеклов, сохранили четкие границы и мелкие детали на изображении. Фильтр Савицкого-Голея также показал хорошее шумоподавление(53-62%), но он менее эффективен при малом уровне зашумления. Медианная фильтрация (28-44%) и фильтр Винера(27-40%) показали себя наименее эффективными. Медианный фильтр оставил значительную зернистость, плохо видно мелкие детали. Способность фильтра Винера к шумоподавлению растёт с увеличением зашумления исходного изображения, но недостаточно эффективна.

Стоит отметить, что большинство рассмотренных методов шумоподавления имеют определенные ограничения: они чувствительны к размеру и форме окна. Фильтр Ли имеет тенденцию игнорировать спекл-шум в зонах близких к краям изображения.

Наиболее высокую степень шумоподавления показал анизотропный диффузный метод. Также эффективны фильтры Фроста, Ли и Савицкого-Голея. Однако фильтр Фроста имеет повышенную вычислительную сложность, а фильтр Савицкого-Голея размывает границы изображения.

МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЛІТІЕВИХ АКУМУЛЯТОРІВ

Кайдалов О.О., Лисенко В.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Актуальність цієї теми обумовлена особливостями нашого часу пов'язаними з використанням портативних пристроїв у різних сферах життя, починаючи від мобільних телефонів та планшетів і закінчуючи безпілотними повітряними суднами. У будь-якому для цих пристроїв необхідне портативне джерело живлення (акумулятор). Важливими експлуатаційними характеристиками є робоча напруга, ємність, режими розряду і заряду. Визначення робочих характеристик потребує проведення вимірювань напруги і струму під час циклів «заряд-розряд».

Для вирішення цієї задачі була розроблена експериментальна установка для отримання реальних розрядних характеристик акумуляторів серії INR18650 (4,2 В, 2500 мА/Г) та порівняння з заявленими виробником.

Експериментальна установка створена на базі мікропроцесорного модулю Arduino (Uno) що має можливість підключення до ПЕОМ по стандартному інтерфейсу.

Для розряду акумулятора стабільним током було розроблено джерело стабільного струму навантаження, яке забезпечує розряд акумулятора стандартним струмом 1С, 0.5С, 0.25С (від номінальної ємності). Значення вимірної напруги програмно перетворюється в текстовий формат ASCII і передається до ПЕОМ. З метою поліпшення метрологічних характеристик вбудованого АЦП в системі використовувалося зовнішнє прецизійне джерело опорної напруги. Попереднє градування каналів вимірювання напруги і струму здійснено з використанням лабораторних приладів високого класу точності.

Для обробки даних була розроблена методика розрахунку внутрішнього опору акумулятора.

За допомогою отриманих даних був розрахований реальний внутрішній опір акумулятора під час розряду. Після обробки і аналізу даних були виявлені оптимальні розрядні токи акумулятора, що дозволяють використовувати його з найбільшою ефективністю та отримати максимальну кількість циклів заряду-розряду акумулятора що підвищить строк його експлуатації.

Оброблені дані представлені в табличній формі і в вигляді графіків. Отримані дані в значній мірі зійшлися з заявленими виробником характеристиками.

Експериментальний зразок системи вимірювання характеристик акумуляторів після деякого доопрацювання можливо використати і при діагностики інших типів акумуляторів малої ємності і низької напруги.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ПОСТРОЕНИЯ СИНДРОМНО ТЕСТИРУЕМЫХ СХЕМ К АППАРАТНЫМ РЕАЛИЗАЦИЯМ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Караман Д.Г.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Метод синдромного тестирования заключается в приложении к проверяемой схеме полного тривиального исчерпывающего теста и подсчете числа единиц (нулей), которые появляются на наблюдаемом выходе схемы, как реакция на приложение последовательности тестовых наборов.

Достоинствами метода является простота реализации диагностического эксперимента, в ходе которого используются двоичные счетчики и схемы сравнения, а также исключение дорогостоящей процедуры машинного синтеза проверяющих тестов. Однако платой за простоту процедуры диагностирования является либо невысокая достоверность результатов диагностирования для произвольной комбинационной схемы (КС), либо необходимость применения специальных методов анализа КС и ее последующей модификации, для обеспечения покрытия обусловленного класса неисправностей.

Криптографические преобразования являются очень чувствительными к ошибкам, возникающим в процессе их выполнения. Вследствие высокой нелинейности этих преобразований, их дистрибутивности и итеративности процесса шифрования даже одиночные битовые ошибки быстро распространяются на весь массив обрабатываемых данных, приводя в негодность итоговый результат без какой-либо возможности восстановления.

Метод синдромного тестирования хорошо подходит для организации диагностической инфраструктуры отдельного класса криптографических преобразований, выполняющих процедуру нелинейной подстановки отдельных блоков исходных данных. Из-за больших массивов обрабатываемых данных и нелинейного характера преобразований, часто не имеющего какого-либо функционального описания (преобразования выполняются по специальной таблице-словарю) подстановочные модули являются наиболее сложными объектами для диагностирования одиночных константных неисправностей, приводящих к описанным выше ошибкам.

В докладе рассмотрен вопрос достоверности получаемых результатов диагностирования синдромно тестируемых подстановочных модулей в криптографических преобразованиях: рассмотрена обновленная модель неисправностей, которые могут возникать в конфигурируемых логических блоках и матрицах межсоединений современных ПЛИС-архитектур, представлены результаты экспериментов с подстановочными блоками различных блочных алгоритмов шифрования, сформулированы критерии оценки эффективности применения метода построения синдромно тестируемых схем к аппаратным реализациям криптографических преобразований.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ШУМА В ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Качанов П.А., Дорошенко Ю.И., Сальников Д.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Актуальность методов нелинейной адаптивной фильтрации, которые используют детекторы шума, обусловлена требованием высокой эффективности подавления помех для шумов с различными видами распределения и другими статистическими характеристиками, для различных условий съемки и т.д. Можно выделить 3 основных вида детекторов.

1. Детекторы шума на основе порядковых статистик

Данные методы используют статистические методы для определения вероятности зашумленности пикселя. К этой разновидности относятся ASWM фильтр [1], который использует взвешенное среднее для нахождения весовых коэффициентов окна фильтра согласно уравнению (1, 2):

$$M_w(i, j) = \frac{\sum_{k,l} w_{k,l} X_{i+k, j+l}}{\sum_{k,l} w_{k,l}} \quad (1)$$

где $w_{k,l}$ – весовые коэффициенты, рассчитанные согласно (2)

$X_{k,l}$ – элементы окна фильтра размером $k \times l$.

$$w_{k,l} = \frac{1}{|X_{i+k, j+l} - M_w(i, j)| + \delta} \quad (2)$$

где $X_{k,l}$ – элементы окна фильтра размером $k \times l$;

M_w – взвешенное среднее.

2. Детекторы шума на основе нечеткой логики

Данные детекторы используют набор правил нечеткой логики для принятия решения о зашумленности пикселя и/или типе и уровне шума присущего данному изображению; имеют не высокую вычислительную сложность, однако обладают не высокой степенью детектирования и подавления шума, зависящей от правильного выбора функций принадлежности.

3. Детекторы шума на основе нейросетевых методов

Нейронные сети нашли широкое применение в задачах классификации, принятия решений и компьютерного зрения. Недостатком данного метода является большая вычислительная сложность нейросетевых алгоритмов и как следствие высокое время обработки. Необходимы исследования для определения количественных критериев эффективности детектирования шумов и подтверждения эффективности фильтров на их основе.

Литература:

1. Дорошенко Ю. И. Исследование методов оптимизации ASWM алгоритма фильтрации изображений / Ю. И. Дорошенко, Д. В. Сальников // Актуальні проблеми автоматизації та приладобудування : мат. 3-ї Всеукр. наук.-техн. конф., 8-9 грудня 2016 р. / ред. кол. П. О. Качанов [та ін.]. – Харків : НТУ "ХПІ", 2016. – С. 13-14.

ТЕСТОВІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ КОНТРОЛЮ ДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КАНАЛІВ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЯ

Кондрашов С.І., Павлова Н.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Сучасний автомобіль включає інформаційні систем різної складності, які охоплюють функціональні завдання майже на всіх рівнях управління та діагностування. Характеристики автоматизованих інформаційних систем контролю та керування (АІСКК) у значній мірі визначають ефективність роботи автомобіля, витрати палива та викиди токсичних речовин. Точність отримання даних для АІСКК складовими об'єктами автомобіля суттєво впливає на вказані показники. Тому підвищення якості АІСКК та удосконалення методів їх контролю [1] особливо в робочих режимах коли є суттєві навантаження, зміна температурного режиму та складу середовища актуально.

З ростом рівня інформаційних технологій та метрологічних вимог технічні та споживчі характеристики АІСКК необхідно удосконалити за рахунок підвищення точності. На даний час існуючі АІСКК автомобіля не можуть вносити корегуючі впливи в реальних умовах експлуатації на обладнання, виконавчі механізми, а також перетворювачі. Це обумовлено неспроможністю фіксувати відхилення технічних характеристик приладів, як функцій часу та параметрів навколишнього середовища, виявляти причини та прогнозувати наслідки відхилень від нормованих значень, встановлювати остаточний безпечний режим їх роботи. Завдяки цьому не можна в автоматичному режимі контролювати ремонтні роботи, тому що інформація щодо відхилень характеристик від нормованих значень отримується в автомобілі з затримкою в часі.

Вирішення питань контролю та керування автомобілем, найбільш економічно прийнятним чином на даний час, можливе тільки на основі комплексного, системного підходу до питань точності, яке, в свою чергу, реалізується при тестовому контролі динамічних параметрів вимірювальних каналів АІСКК. Використання сучасних методів зменшення динамічних складових похибок при тестуванні дає можливість суттєво підвищити точність сигналу кожного вимірюваного каналу АІСКК. Корекція похибки сигналу у динамічному режимі вимірювань зменшує витрати на забезпечення якісної роботи АІСКК автомобіля, час на оперативність прийняття рішень, а також дає можливість своєчасно планувати та виконувати ремонтно-налагоджувальні роботи.

В роботі проаналізовані сучасні методи підвищення точності систем контролю характеристик каналів АІСКК автомобіля. Проведено обґрунтування динамічного способу тестового контролю замість статичного.

Література:

1. Кондрашов С. І. Методи підвищення точності систем тестових випробувань електричних вимірювальних перетворювачів у робочих режимах / С. І. Кондрашов // – Харків : Друкарня НТУ «ХПІ». – 2004. – 225 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ОГРАНИЧЕНИЯХ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Кропачек О.Ю., Коржов И.М.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Любые информационно-измерительные системы, реализующие на выходе логические операции принятия решений, характеризуются показателями эффективности, прямо зависящими от степени неопределенности в выборе подобных решений. Количественно, такая неопределенность выражается в форме, либо достоверности, либо рисков первого и второго рода. Более общей моделью показателя эффективности может являться средний риск, учитывающий, априори, вероятностные свойства вектора параметров случайных измерительных сигналов, априорные вероятности состояний и возможные потери от неправильных решений.

Различают две проблемных задачи при синтезе диагностических информационных систем в условиях априорной неопределенности вероятностных свойств объекта диагностики:

- выбор решающего правила (алгоритма принятия решения);
- получение несмещенных, состоятельных и эффективных оценок для достоверности и для возможных рисков.

Обилие теоретических и экспериментальных работ, посвященных распознаванию объектов со случайными свойствами, свидетельствует не столько о достигнутых успехах, сколько о проблеме, решить которую можно лишь частично. С одной стороны, это объясняется разумными ограничениями на количество и математическую сложность используемых алгоритмических вероятностных моделей принятия решений, а с другой стороны – техническими ограничениями на объемы (по диагностируемым состояниям) первичной измерительной информации, используемой для настройки ИИС

Подавляющее большинство научных работ в областях теории распознавания образов, статистического управления, дискриминантного анализа и др. отражают результаты математического вероятностного моделирования достаточно сложных диагностических ситуаций, учитывающих исходную априорную неопределенность. Но имеющееся, в этом случае обилие методов теоретического исследования и потенциальных математических решений, затрудняет исследователя-практика в выборе методически обоснованного решающего правила, использующего математически простую но параметрически представительную дискриминантную функцию.

Целью исследований является изложение методики оценивания достоверности диагностики, когда для принятия решений используется квадратичная дискриминантная функция со случайными коэффициентами, дисперсии которых зависят от объема многомерных и многократных измерений на этапе обучения информационной системы диагностики.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ ТЕХНІЧНОГО РЕГЛАМЕНТУ ЗАКОНОДАВЧО РЕГУЛЬОВАНИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Лисенко В.В.¹⁾, Павленко Ю.Ф.²⁾

**¹⁾ Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,**

²⁾ Національний науковий центр «Інститут метрології», м. Харків

У роботі розглянуте питання впровадження вимог технічного регламенту законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки в практику діяльності метрологічних служб, органів з оцінки відповідності та вищих навчальних закладів України.

В відповідності до Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» який вступив в дію з 01.01.2016 року, для засобів вимірювальної техніки які серійно виготовляються та підпадають під дію Закону змінена процедура їх сертифікації. Замість проведення державних випробувань впроваджується процедура оцінки відповідності засобів вимірювальної техніки вимогам технічних регламентів розроблених у відповідності до директив Євросоюзу.

Технічний регламент законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки затверджено Постановою Кабінету Міністрів України № 94 від 13.01.2016 р. В ТР перелік засобів налічує 77 типів ЗВТ, для яких встановлені суттєві вимоги, яким повинні відповідати засоби вимірювальної техніки, які призначені для застосування у сфері законодавчо регульованої метрології коли вони надаються на ринку та/або вводяться в експлуатацію для виконання завдань, пов'язаних із вимірюваннями.

В роботі проаналізовано можливість підтвердження відповідності ЗВТ вимогам Технічного регламенту згідно виконання вимог наказу Кабінету міністрів України №1435 від 1 вересня 2016 року «Про затвердження переліку національних стандартів, відповідність яким надає презумпцію відповідності засобів вимірювальної техніки суттєвим вимогам Технічного регламенту законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки». Наказ надає можливість підприємствам при проведенні експертизи типу ЄС (Модуль В), посилаючись на національні стандарти. Додаток до вказаний наказу містить в себе 250 національних стандартів.

Додатково розглянуті процедури виконання Технічного регламенту законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки на прикладі впровадження конкретної розробки кафедри ІВТС – Вимірювача частоти і напруги промислової мережі «ВЧС-4нт».

Виконання умов Технічного регламенту надає нові можливості виробникам засобів вимірювальної техніки для розвитку інновацій та модернізації виробництва, підняття технічного рівня ЗВТ з можливістю вийти на Європейські ринки.

СТРУКТУРЫ УМНОЖИТЕЛЕЙ, ПОСТРОЕННЫЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕОРЕТИКО-ЧИСЛОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Лунин Д.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Умножители по модулю используются в различных приложениях, например для систем счисления остаточных классов (СОК), отказоустойчивых компьютерных систем и криптографии.

Теоретико-числовое преобразование (ТЧП), выполненное в СОК, у которых промежуточные результаты вычислений принимают только квантованные (целые) значения, обладают свойством свертки и могут найти применение для фильтрации и сжатия сигналов и изображений.

Применение на практике СОК ограничено, в связи с большим требуемым объемом вычислений. В то же время существует ряд так называемых быстрых структур для вычисления умножения, которые позволяют вычислить конечный результат существенно проще.

В частности, арифметика по модулю $(2^n + 1)$ находится в центре внимания многих исследовательских работ, потому что этот модуль является частью хорошо известного тройного набора модулей $\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1\}$, который широко используется для общей и специальной формы представления СОК. Модель компонентов модуля $(2^n + 1)$, кажется более перспективной из этого тройного набора модулей, так как компоненты модуля $(2^n + 1)$ работают с операндами более широкой размерности в сравнении с двоичными каналами, но при этом возникают трудности в реализации. Для решения этой проблемы, Лейбовиц ввел кодирование "diminished-1". В соответствии с этим кодированием каждое число представлено с уменьшением на 1, а операнд нуль представлен с использованием отдельного бита индикации. Это представление имеет преимущество в том, что числа представлены n битами. Это существенно упрощает основные операции, такие как сложение, умножение и округление по модуля $(2^n + 1)$.

Предлагаемая структура умножителя предполагает, что множитель или множимое не равны нулю, то есть нуль должен быть исключен до подачи значений на вход умножителя. Используя параллельную модульную структуру умножителя по модулю $(2^n + 1)$ основанную на дереве Уоллеса можно получить регулярные структуры и следовательно реализация структур умножителей больших разрядностей на СБИС упрощается.

Моделирование на ПЛИС показало, что промежуточные структуры позволяют добиться компромиссов между количеством внутренних соединений и разветвления промежуточных узлов, и таким образом достигается более эффективное соотношение, между скоростью вычисления и вентиляционной емкостью ПЛИС, по сравнению с любым из известных конечных случаев.

СУЧАСНИЙ СТАН ЕТАЛОННОЇ БАЗИ УКРАЇНИ

Ляшуга І.Ю.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Національна система забезпечення єдності вимірювань ґрунтується на прийнятій у законодавчому порядку національній системі одиниць вимірювань і державних еталонах. Рівень розвитку еталонної бази визначає темпи науково-технічного прогресу країни, розвиток міжнародної торгівлі та інтеграції України в світову економіку.

Статус незалежності України став новим етапом розвитку метрології на національному рівні. Після розпаду СРСР більшість первинних еталонів, пересувна лабораторія, яка була оснащена квантовими годинниками, засобами передавання еталонних сигналів часу через радіо, телебачення, за допомогою наземних та супутникових радіонавігаційних систем, залишилися у Російській Федерації. У перші роки українські метрологи використовували еталонну базу Росії, що обмежувало й ускладнювало роботу з організації забезпечення єдності вимірювань в країні. Наприкінці 1992 р. для вирішення створено перспективну програму розвитку національної еталонної бази. Програма передбачала у короткий термін розробити еталони, які повинні мати метрологічні характеристики світового рівня.

На сучасному етапі розвитку України, перший український еталон був розроблений київським державним підприємством «Укрметртестстандарт» (1995 р.). Протягом 1996 р. в Національному науковому центрі «Інститут метрології» (м. Харків) створено 16 еталонів із 8 видів вимірювань. Також у програмі створення еталонної бази брав участь Івано-Франківський «Промприлад», який впровадив еталон із вимірювання параметрів потоку, витрати, рівня та об'єму речовин. Більшість еталонів, які були створені в Україні вперше, потребували фундаментальних досліджень. Залучення львівського державного підприємства «Система» у 2000 р. вплинуло на розробку еталона із вимірювання акустичних величин. Це були первинні еталони із основних видів вимірювань, які допомогли державі зарекомендувати себе на міжнародному рівні.

Впродовж 1997–2016 рр. українські метрологічні заклади поповнилися державними еталонами. Продовжувалися роботи із удосконалення еталонної бази. На сьогодні ННЦ «Інститут метрології» має 52 еталони. Створена в харківському інституті метрології еталонна база була внесена в Державний реєстр об'єктів, які становлять національне надбання та є основою державної метрологічної системи, яка забезпечує єдність вимірювань у державі.

Слід зазначити, що за незалежні роки в Україні була створена сучасна еталонна база, яка включає 69 державних еталонів майже в усіх областях і видах вимірювань. Вона забезпечує потреби вітчизняних товаровиробників, сприяє підвищенню конкурентоспроможності продукції і її виходу на світовий ринок, що наближує Україну до держав з розвинутою економікою, наукою, до оптимального метрологічного забезпечення.

СИМИСТОРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАГРУЗКОЙ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ 220В, 50Гц

Маслаков И.С., Острожинский А.О., Трохин М.В.

Национальный технический институт

«Харьковский политехнический университет», г. Харьков

Актуальностью данной работы является рассмотрение проблемы использования симисторов перед полевыми транзисторами.

В приведенной статье рассмотрены описание, принцип работы, схема включения, расчет и реализация работы симисторов.

Целью работы является определение схемы действия и критерии выбора наиболее подходящего полупроводникового устройства.

В ходе работы, ввиду исследования ряда параметров был выбран симистор. Его преимуществом является небольшая стоимость, отсутствия механических контактов и относительно увеличенный срок службы, что делает его более универсальным в использовании перед другими устройствами.

Так как по требованиям поставленной задачи необходимо коммутировать переменное напряжение 220 В, а при положительном токе на затворе симистор хуже всего работает в IV квадранте вольт-амперной характеристики, поэтому было принято решение использовать отрицательное питание. При отрицательном питании симистор работает в II и III квадранте, что обеспечивает наилучшие условия работы.

Главным недостатком симисторов является то что, при больших токах, рассеиваемая мощность будет достигать больших значений. Для защиты от перегрева прибора необходимо использовать радиатор. Так же при высокой скорости изменения переключаемого симистором напряжения может возникать эффект самопроизвольного включения прибора без наличия управляющего напряжения. Это может привести к разрушению устройства. В некоторых цепях возможно появления электрических помех и шумов. Если напряжение этих шумов на затворе достигнет значения включения, то симистор может сработать в неподходящий момент.

Одним из способов защиты симистора от выбросов напряжения при работе с индуктивной нагрузкой является включение варистора параллельно основным выводам симистора. Для защиты симистора от превышения скорости изменения напряжения применяют так называемую снабберную цепочку (RC-цепь), подключаемую аналогично.

Областью применения симисторов стали такие области, как производство инструментов, бытовых приборов, всех видов бытовой и промышленной техники с электронным управлением. Благодаря уникальным свойствам прибора появилась возможность диммирования света, при котором источник может управляться на расстоянии, снижая или увеличивая силу его потока.

В заключение можно сказать, что хоть и симисторы являются достаточно старыми устройствами, но во многих случаях без их применения невозможно обойтись при производстве в современное время.

ПРАВОВІ ТА ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОНТРОЛЮ СТЕНДУ ТЕРМОЦИКЛЮВАННЯ НАГРІВАЧІВ

Мигущенко Р.П.¹⁾, Опришкін О.С.¹⁾, Прокоф'єва А.К.²⁾

¹⁾ Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут»,

**²⁾ Національний юридичний університет України імені Ярослава Мудрого,
м. Харків**

Інформація, є засобом комунікації людей і часто виступає об'єктом їх діяльності, у тому числі в екологічній сфері. Право на екологічну інформацію займає особливе місце серед основних прав громадян, що характеризує ступінь розвитку сучасного демократичного суспільства. Відповідний рівень забезпечення права на екологічну інформацію є основою реалізації конституційних прав громадян на сприятливе навколишнє природне середовище.

Порівняльний аналіз директив Європейського союзу та нормативно-правових актів України з питань охорони довкілля свідчить, що після проголошення незалежності відбулося істотне оновлення національного екологічного законодавства. Принципові засади охорони довкілля і раціонального використання природних ресурсів знайшли відображення і у Конституції України.

В енергетичних установках і системах, теплотехнічні вимірювання служать для безперервного виробничого контролю за роботою устаткування. При проведенні робіт з енергетичного аудиту різних систем, у яких основним об'єктивним показником відповідності їхніх експлуатаційних характеристик з нормативними вимогами, або вимогами технологічних умов є температура. Точність її вимірювання буде обумовлювати прийнятність подальших заходів щодо впровадження енергозберігаючих заходів. Як правило, величина температури найбільш значима в системах з потужними енергетичними потоками, в яких головним чином проводяться вимірювання ряду основних величин (тиску, температури, витрати та ін.).

Головним завданням інженера, що проводить температурні вимірювання, є подальше забезпечення надійної і раціональної експлуатації обстежуваної енергосистеми. Успішне виконання цього завдання, а також організація технічного обліку роботи устаткування неможливі без енергетичного контролю, здійснюваного за допомогою вимірювальних приладів різного призначення, що дозволяє забезпечити:

- надійну і безпечну експлуатацію енергетичних установок;
- економічно найвигідніший режим роботи устаткування;
- організацію технічного обліку роботи агрегатів у цілому.

КОНТРОЛЬ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ НЕСТАЦИОНАРНОСТИ МНОГОЗОННЫХ ПРОХОДНЫХ АГРЕГАТОВ

Мигущенко Р.П., Кропачек О.Ю., Кисишвили Т.П., Луценко Л.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Промышленная политика Украины направлена на введение в эксплуатацию объектов, технические и технологические характеристики которых позволяют добиваться определенных экономических достижений. К таким новым объектам можно отнести ряд агрегатов класса многозонных проходных (МПА) [1].

Базовым МПА для исследований является пресс-экструдер масличных культур, предназначенный для отжима маслосодержащих культур и получения полезного продукта в виде растительных масел. Рабочая зона агрегата состоит из пяти зон (зоны нагрева и зерные зоны). Исходное сырье продвигается вдоль МПА и вследствие физических, химических и механических преобразований, в первом приближении, разделяется на две фракции, одна из которых представляет собой полезный продукт.

Получение максимально возможного значения полезного продукта на указанном агрегате является важной технико-экономической задачей. Решение такой задачи возможно при использовании различных научно-технических решений, однако, наиболее рациональным, по мнению авторов, следует считать оптимизацию контроля тепловых процессов МПА. Термодинамическая оптимизация технологических процессов может и должна быть произведена на моделях МПА, адекватность которых не должна вызывать сомнений. На моделях МПА, путем имитационного моделирования, можно проверить функционирование агрегата в различных режимах, провести исследования статических и динамических характеристик, определить оптимальный набор управляющих воздействий и т.д.

Целью статьи является синтез базиса термодинамических нестационарных моделей МПА, вывод из моделей объекта моделей целевой функции, подготовка теоретического обоснования для выбора оптимальной модели с целью эффективного управления агрегатом на основе наилучших метрологических характеристик.

Синтез базиса моделей наблюдателя МПА является чрезвычайно сложной и трудоемкой задачей. Однако для создания систем управления, контроля, диагностики и др., а также для анализа функционирования МПА иметь ее необходимо. При синтезе моделей используется расчетная схема МПА, в которой коэффициент полезного действия МПА является нестационарной случайной функцией трех температур камер нагрева МПА.

Литература:

1. Овчаренко А.И. Методика идентификации тепловых процессов в пресс-экструдерах масличных культур / А.И. Овчаренко, Р.П. Мигущенко // Вестник ХГПУ. -1998. -Вып.18. - С. 87–91.

ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОНЬЯЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ В УКРАЇНІ

Опришкіна М.І., Федь А.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Україна прагне інтегруватися у світову економіку, зокрема європейську. У зв'язку з цим було прийняте рішення щодо гармонізації вітчизняної нормативно-технічної і нормативно-правової бази з відповідними європейськими і міжнародними документами. Застосування міжнародних та європейських стандартів, технічних регламентів, процедур оцінки відповідності та ринкового нагляду, які будуть сприяти обміну товарами та послугами з торговими партнерами, підвищенню якості та конкурентоспроможності на всіх рівнях виробництва, торгівлі заради кінцевої мети – задоволення вимог споживачів, надійного захисту їх життя, здоров'я, створення безпечних умов праці та збереження навколишнього природного середовища – це актуальна необхідність для всіх галузей виробництва.

Поступово пристосовуючись до вимог Євросоюзу, система технічного регулювання в Україні нині переживає перехідний період. На сьогодні вимоги щодо виробництва коньяку та алкогольних напоїв за коньячною технологією встановлені не в повному обсязі і потребують коригувань. У нашій країні видано близько 30 ліцензій на виробництво міцного виноградного продукту, а повний цикл виробництва мають лише 5 з них. Метою «Нового Підходу» до технологічного процесу є забезпечення високого рівня безпеки продукту для споживачів; забезпечення його вільного переміщення у контексті внутрішнього ринку ЄС; сприяння конкурентоздатності, новаторству та диференціації продукту, зниження витрат виробників.

Але, на жаль, виробникам, які десятиліттями добросовісно працювали та дотримувались одних стандартів і вимог, досить складно переходити до європейських та міжнародних. Адже стандарти є добровільними до застосування, але якщо виробник їх використовує, то вважається, що його продукція відповідає встановленим вимогам щодо безпечності. В іншому випадку виробник вправі використовувати свої власні технології, але тоді на нього покладається тягар доведення відповідності вимогам щодо безпечності.

Також варто зазначити, що на ринку України досить поширена фальсифікація коньяків та алкогольних напоїв за коньячною технологією. Часто можна чути, що ціна напою не відповідає його якості. Тому посилення вимог та технічне регулювання виготовлення таких напоїв є особливо актуальним.

Хоча в Україні й було прийнято ряд міжнародних та європейських стандартів, які дають «зелену вулицю» новим для держави технологіям і обладнанню, процес тільки почався і потребує доопрацювань та корективів. Хочеться сподіватися, що цей процес «набиратиме обертів». Це дасть реальну змогу якомога швидше вийти на новий якісний рівень й інтегруватися європейську та світову економіку.

МЕТОДЫ УЧЕТА РАСХОДА ГАЗА НА ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ

Опрышкина М.И., Бакоян М.Д.

***Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт, г. Харьков***

В нашей стране подача газа на значительные расстояния осуществляется по магистральным газопроводам больших диаметров, представляющих собой сложную систему сооружений. Газораспределительная станция (ГРС) представляет собой совокупность установок и технического оборудования, измерительных и вспомогательных систем распределения газа и регулирования его давления. Основным назначением ГРС является снабжение газом потребителей от магистральных газопроводов. На ГРС обязательным условием является установка приборов учета высокого класса точности. Для контроля точности измерений проводятся совместные проверки, при помощи которых определяются погрешности составных частей узла учета. При эксплуатации узла измерения расхода газа контрольно-измерительные приборы должны быть своевременно проверены.

Установлено, что если в трубопроводе создать изменение скорости посредством местного сужения, то перепад давления будет зависеть от количества газа, протекающего по трубопроводу. Этот метод измерения расхода широко распространен в разных отраслях промышленности. В том числе такой метод используется на ГРС-1 г. Харькова. Для создания в газопроводе перепада давления различные диафрагмы, представляющие собой тонкие диски, зажимаемые между фланцами в специальных камерах. При движении газового потока в отверстия шайбы происходит местное сужение потока, которое вызывает увеличение скорости движения газа, в результате чего давление в суженном сечении уменьшается.

Величину этого перепада измеряют приборами – дифманометрами. Для учета количества газа установлен микропроцессорный комплекс SuperFlow. Измерительный комплекс SuperFlow предназначен для непрерывного автоматического измерения и вычисления расхода и объема природного газа, приведенного к нормальным условиям, по методу переменного перепада давления на стандартных сужающих устройствах (диафрагмах) на одном, двух или трех измерительных трубопроводах газоизмерительного пункта. В состав комплекса входят датчики давления, перепада давления, температуры и плата счетчиков импульсов для регистрации числа импульсных сигналов. Так же на некоторых ГРС используются ультразвуковые счетчики газа. В основу принципа измерения объема газа при помощи ультразвукового счетчика положено зависимость объема газа, проходящего через счетчик от разницы времени прохождения ультразвукового импульса (акустического сигнала), направленного вдоль потока газа по потоку и против него.

МЕТОДЫ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

Пивоваров А.С., Зуев А.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Сегментация изображений, не являющихся тривиальными, представляет собой одну из самых сложных задач машинного зрения. Эффективность процедур анализа изображений во многом определяется точностью сегментации. Но в настоящее время нет единого, общепризнанного подхода, который бы лежал в основе большинства алгоритмов, и который позволял бы проводить приемлемую сегментацию для изображения любого типа. В этом и заключается одна из проблем сегментации, это же является причиной большого числа различных подходов для решения задач машинного зрения.

Таким образом, актуальной задачей является: исследовать существующие методы сегментации с целью определения наиболее эффективных для определенных классов изображений. Для решения поставленной задачи был разработан программный продукт, реализующий различные методы сегментации изображений, загруженные пользователем.

В разработанном программном продукте реализованы следующие методы: MeanShift, метод водораздела (WaterShed) и метод FloodFill. Исследования были проведены с изображениями различных типов и спектральных диапазонов. Была проведена оценка эффективности сегментации, сферы применения, достоинства и недостатки.

С помощью разработанного ПО можно исследовать как различные способы выделения однородных элементов, так и другие методы обработки изображений и машинного зрения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ, ПРЕДОТВРАЩАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ КОРОННЫХ РАЗРЯДОВ НА СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ

Резинкина М. М., Резинкин О. Л., Данилюк А. Р.,

Гученко А.Н., Литвиненко С. А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Коронные разряды, возникающие на элементах электрических систем, могут приводить появлению высших гармоник и электромагнитных помех, ухудшающих условия работы систем автоматики и управления, а также цифровой и вычислительной техники.

Для определения условий, обеспечивающих подавление коронных разрядов на находящихся в зоне действия электрических полей (ЭП) (например, на высоковольтных подстанциях) объектов различной высоты, имеющих различные радиусы скругления острых кромок, применялось физическое моделирование. Оценка интенсивности коронных разрядов производилась путем измерения тока короны.

Для унификации рассмотрения форм вершин и кромок элементов электротехнического оборудования разной высоты моделирование проводилось для случая расположения заземленных стержневых электродов с разными радиусами скругления вершин во внешнем ЭП.

Для проведения экспериментов использовался высоковольтный зал НТУ «ХПИ». Физическая модель включала потенциальную и заземленную плоскости размером 4×4 м, находящиеся на расстоянии $d = 2.1$ м друг от друга, и расположенный на заземленной плоскости стержень высотой h со скругленной радиусом R вершиной. На потенциальную плоскость подавалось постоянное высокое напряжение U_0 величиной до 200 кВ, имеющее отрицательную и положительную полярность, а также переменное напряжение с действующим значением U_0 . В результате в зоне между плоскостями возникало ЭП, имеющее среднюю напряженность $E_0 \approx U_0 / d$. Для определения тока коронного разряда использовалась электрическая схема, позволяющая измерять количество импульсов тока короны за время 10 мс, равное длительности полупериода напряжения промышленной частоты. Измерения среднего тока короны производились с помощью микроамперметра.

Полученные результаты физического моделирования и использование расчетов ЭП [1] позволили определить предельное значение для радиуса скругления R объектов высотой h , увеличение свыше которого обеспечивает предотвращение появления короны: $R > h \times 0.6 / (3 \cdot 10^6 / E_0 - 12.5)$.

Это выражение определяет соотношения между h [м] и R [м] объектов, находящихся в зоне действия ЭП напряженностью E_0 [В/м], при которых на них не возникают коронные разряды.

Литература:

1. Rezinkina M.M. Simulation of electric fields in the presence of rods with rounded upper ends / M.M. Rezinkina // Technical Physics. – 2015. – № 60. – P. 337-343.

DC – AC ИСТОЧНИК ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ СО ВСТРОЕННЫМ ШИМ СТАБИЛИЗАТОРОМ

Серяков А.И.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В данной работе представлен источник вторичного электропитания на базе DC – AC преобразователя с безтрансформаторным выходом. Функционирует устройство на базе ASIC процессора EG8010. Данный процессор был разработан специально для создания и управления системами такого рода. Система оснащена всеми видами защиты по току по напряжению по перегрузке от суммарной мощности, а так же снабжен весьма необычной схемой защиты от сквозных токов в силовых ключах преобразователя.

Схема является по сути ОН-ЛАЙН источником бесперебойного питания так как может работать как от сети через выпрямитель соответствующей мощности так и от 6 аккумуляторных батарей по 12 В каждая.

Схемное решение представлено на рисунке 1:

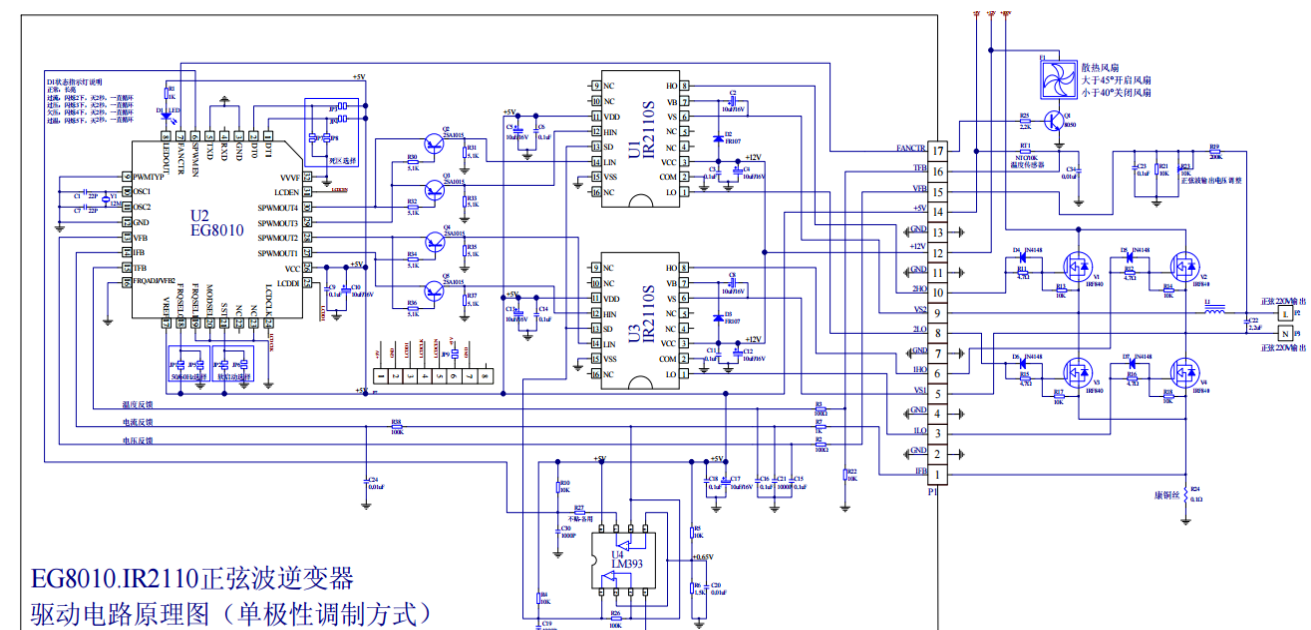


Рисунок 1 – Принципиальная схема ВИЭП

Схемное решение очень простое, однако именно такое сочетание компонентов позволило построить столь надежную и в то же время отвечающую всем требованиям МЭК систему.

ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ АТЕСТАЦІЇ НАУКОВИХ КАДРІВ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ В УКРАЇНІ (1950–1991 рр.)

Тверитникова О.Є.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Важливою складовою розвитку науки в країні є підготовка кадрів вищої кваліфікації. Проблема нестачі фахівців електротехнічного профілю існувала протягом другої половини ХХ ст. та залишилася актуальною і донині. На сучасному етапі входження України в світову наукову спільноту слід враховувати досвід накопичений системою підготовки кадрів вищої кваліфікації протягом минулих років. Не менш важливим аспектом формування наукового потенціалу є система атестації наукових кадрів. Протягом минулого століття система атестації постійно удосконалювалася, що впливало на чисельність фахівців з науковими званнями та ступенями, якість підготовки.

Нестача кадрів вищої кваліфікації відчувалася в перші повоєнні роки і в Академії наук УРСР і у вищій електротехнічній школі. Захисти відбувалися на засідання Вчених рад наукових та навчальних закладів. Зокрема, у 1944 р. відновила роботу спільна Вчена Рада Інститутів електротехніки і теплотехніки АН УРСР. Захисти проводилися також на Вченій раді Київського, Львівського та Харківського політехнічних інститутів. Але той факт, що Вчені ради інститутів об'єднували декілька різних спеціальностей, створювало «чергу на захист» і впливало на зниження кількості захистів. Ситуація з підготовкою наукових кадрів вищої кваліфікації на початок 1960-х рр. залишалася невирішеною. Наприклад, згідно архівних даних на електроенергетичному і електромеханічному факультетах Львівської політехніки 1962 р. працював один доктор наук, що становить 1,6 % від загальної чисельності професорсько-викладацького складу та двадцять два кандидата наук – 35,5 %.

Ці проблеми вирішувалися створенням на початку 1960-х рр. спеціалізованих вчених рад, що істотно вплинуло на чисельність атестованих фахівців. Зокрема, створення в Інституті електродинаміки трьох вчених рад вплинуло на розвиток наукових шкіл інституту та дозволило значно підвищити ефективність впровадження наукових результатів. Організована у ХПІ в 1967 р. спеціалізована вчена рада К 068.39.04 протягом перших 25 років роботи провела понад 400 захистів за восьми електротехнічними спеціальностями.

Внаслідок реформування 1974 р. Вищої атестаційної комісії, відбувалися і реорганізаційні заходи, щодо діяльності спеціалізованих вчених рад. На основі діючих спеціалізованих вчених рад створювалися нові, але лише у межах однієї чи двох спеціальностей. Дисертаційні ради, що працювали до цього часу були широкого профілю і це впливало на зниження вимог до здобувачів. Але нові реформи вплинули на кількість захистів. Ситуація була вирівняна лише на початок 1980-х р. Помітний спад кількості захистів дисертаційних досліджень припадав на початок 1990-х рр., що безумовно спричинено гальмуванням розвитку науки та занепадом промислового комплексу.

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ АВТОГЕНЕРАТОРНИХ АЦП

Тополов І. І., Мішин Д. В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

У практиці вимірювань неелектричних величин широке розповсюдження отримали методи, засновані на перетворенні останніх у частоту електричних коливань а частоти у цифровий еквівалент. Ефективність цих методів обумовлена універсальними властивостями частотних автогенераторних (АГ) перетворювачів, в сукупності з різноманітними типами сенсорів, можливістю отримання високої чутливості і точності, передачі по лініям зв'язку частотних сигналів з мінімальною втратою інформації в лінії зв'язку та вхідних ланцюгах вторинних перетворювачів, простотою переходу до цифрової форми представлення сигналів [1]. Вищевикладене ставить АГ методи у число найбільш перспективних разом з тим, при їх реалізації до частотних перетворювачів ставляться суперечливі вимоги: з одного боку - висока точність, стабільність в часі і при впливі дестабілізуючих факторів, а з іншого - простота конструкції, висока надійність і низька вартість [2].

Аналіз літератури показує що в загальному випадку заходи застосовувані в межах структурної схеми АГ перетворювачів АГП вельми нечисленні і включають конструктивно-технологічні і захисно-запобіжні методи. Вони заключаються в використанні елементів і вузлів з найбільш стабільними параметрами або зменшення впливу зовнішніх дестабілізуючих факторів за рахунок зменшення діапазону їх зміни в локальному просторі (термостатування, екранування, стабілізація).

Більшість схем, які використовують АГП, за структурною ознакою є двоканальною системою з вимірювальним і опорним АГ і загальним функціональним перетворювачем, при цьому інформація міститься у взаємних параметрах сигналів автогенераторів. У двоканальних диференціальних і логометричних схемах, які використовують АГП, за рахунок початкового налаштування перетворювачів на взаємну ідентичність, вдається значно підвищити температурну стабільність перетворювачів.

Поява мікропроцесорних пристроїв сприяє розробці структурно-алгоритмічних методів, в яких вдосконалення структури поєднується з реалізацією обчислювальних операцій, що дозволяє виконати автоматичну корекцію похибок вимірювань, поєднувати різні способи перетворення інформації, забезпечувати високу швидкість і розширення функціональних можливостей АГ АЦП [3].

Література:

1. Кудрявцев В. Б. Прецизионные частотные преобразователи автоматизированных систем контроля и управления / В. Б. Кудрявцев, А. П. Лысенко, Н. Т. Милохин, Н. М. Тищенко // -М.:Энергия, 1974. – 336 с.
2. Бромберг Э. М. Тестовые методы повышения точности измерений / Бромберг Э. М., Куликовский К. Л. // М.:Энергия, 1978. – 176 с.
3. Полулях К. С. Автогенераторные методы и приборы для измерения физических величин / К. С. Полулях, И. И. Тополов // Статья XXIV Национален научен симпозиум с международно участие. Метрология и метрологично осигуряване.

ВАРІАНТ РОЗШИРЕННЯ ЧАСОВОГО ДІАПАЗОНУ КОНТРОЛЮ ВИТРАТОМІРІВ ЗВАЖУВАННЯ

Тополов І.І., Нагула К.О., Чуніхіна Т.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У [1] було обґрунтовано можливість життєздатності та доцільності такого сегменту, у парку пристроїв для вимірювання витрати пального на довгострокових стендових випробуваннях, як витратоміри зважування. Витратоміри зважування інваріантні до впливу багатьох дестабілізуючих факторів характерних витратомірам побудованим з використанням інших фізичних методів, але на жаль мають свої вади. Значним недоліком витратомірів зважування є обмежений час контролю характеристики витрати, обумовлене ємністю паливної "навіски" (вертикальної кварцової труби прецизійного внутрішнього діаметра, далі оптичної труби ОТ). Вирішити цю проблему простим шляхом (збільшенням ємності ОТ), нераціонально, оскільки втрачається можливість контролю чутливості і похибки вимірювання.

Для коректного вирішення виявленої проблеми пропонується дублювати ОТ ідентичною штатної, (рис. 1) а в програму КК, ввести команди управління потоками в гідросистемі паливного обладнання. До складу структурної схеми входять:

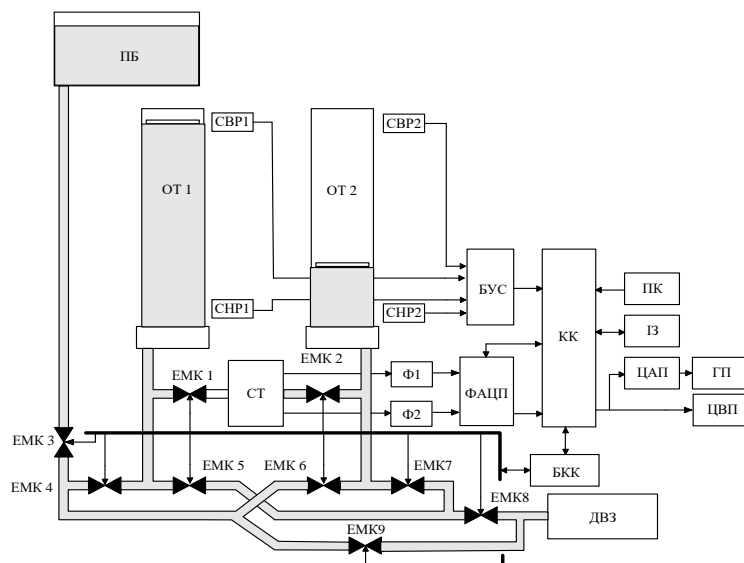


Рисунок 1 – Структурная схема витратоміра

ОТ1(2), – оптичні труби, СВР1(2), СНР1(2) – сенсори верхнього та нижнього рівнів, БУС – блок узгодження сенсорів, ЕМК1-ЕМК9 – електромагнітні клапани, СТ – сенсор тиску, Ф1, Ф2 – формувачі, ФАЦП – функціональний аналогово-цифровий перетворювач, КК – контролер керування, БКК – блок керування клапанами, ПК – пульт керування, ІЗ – інтерфейс зв'язку, ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач,

ГП – графічний пристрій, ЦВП – цифровий відліковий пристрій, ПБ - паливний бак, ДВЗ – двигун внутрішнього згоряння.

Література:

1. Тополов І. І. Система прецизійного контролю витрати пального ДВЗ на довгострокових стендових випробуваннях / І. І. Тополов, К. О. Нагула, Т. В. Чуніхіна // III Всеукраїнська науково-технічна конференція: Актуальні проблеми автоматики та приладобудування України. – Харків, 2016. – С. 172–173.

МЕТОДЫ СЕГМЕНТАЦИИ КАДРОВ ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СОДЕРЖАЩИХ ОБЪЕКТЫ РАЗЛИЧНЫХ РАЗМЕРОВ

Урсол С.А., Зуев А.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Сегментация изображений, не являющихся тривиальными, представляет собой одну из самых сложных задач машинного зрения. Эффективность процедур анализа изображений во многом определяется точностью сегментации. Но в настоящее время нет единого, общепризнанного подхода, который бы лежал в основе большинства алгоритмов, и который позволял бы проводить приемлемую сегментацию для изображения любого типа. В этом и заключается одна из проблем сегментации, это же является причиной большого числа различных подходов для решения задач машинного зрения.

Таким образом, актуальной задачей является: исследовать существующие методы сегментации изображений, применимые для кадров видеопоследовательности, с целью определения наиболее эффективных для определенных классов изображений. Для решения поставленной задачи был разработан программный продукт, реализующий различные методы выделения однородных участков на изображении.

В разработанном программном продукте реализованы следующие методы: пороговая обработка и методы с использованием гистограммы. Исследования были проведены с изображениями различных типов и спектральных диапазонов. Была проведена оценка эффективности сегментации и быстродействия методов.

С помощью разработанного ПО можно исследовать как различные способы выделения однородных элементов, так и другие методы обработки изображений и машинного зрения.

ГЕЛІОСТАТ ЯК МІКРОКОНТРОЛЕРНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТЕХНІЧНИМ АГРЕГАТОМ

Чайковський Є.О., Дроздова Т.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Альтернативні та відновлювальні джерела енергії, такі як енергія вітру і сонячного світла, гідро- і геотермальна енергія, в усьому світі привертають все більше уваги. Зростаючий інтерес до них викликаний екологічними міркуваннями, з одного боку, і обмеженістю традиційних земних ресурсів – з іншого.

Серед поновлюваних джерел енергії сонячна радіація по масштабах ресурсів, екологічній чистоті та повсюдній поширеності найбільш перспективна. Однак низька щільність сонячної радіації на поверхні землі й переривчастий характер її надходження не дають змоги використовувати цю енергію для виробництва електрики у великих розмірах. Тому є доцільним створення акумуляторів енергії й комбінованих сонячно-паливних або сонячно-атомних енергосистем. Структурна схема пристрою керування геліостатом представлена на рис. 1.

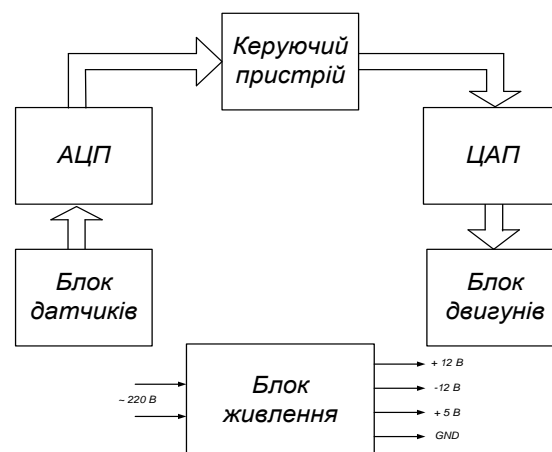


Рисунок 1 – Структурна схема пристрою керування геліостатом

Пристроєм керування є мікроконтролер Atmel MCS-51. Він обробляє інформацію, що надходить із блоку датчиків (фоторезисторів), і на її основі генерує сигнали керування. Фоторезистори розташовані попарно один напроти одного, їх розділяє непрозора перегородка. При нерівномірній освітленості фоторезисторів система переміщається та орієнтується на Сонце. Для узгодження аналогових датчиків і цифрового обладнання керування застосовується аналого-цифровий перетворювач, а обладнання керування із блоком двигунів - цифро-аналоговий перетворювач. Блок двигунів складається з чотирьох електродвигунів і демультимплексора для вибору активного двигуна. Орієнтування системи на Сонце повністю автоматизоване, що дозволяє використовувати її в будь-якій географічній широті та у будь-який час року.

Користуватися такими вимірювально-керуючими системами позиціонування сонячних батарей можуть підприємства, мобільні підрозділи науково-дослідних інститутів, фермерські господарства, підрозділи МНС тощо.

ЛОКАЛЬНАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Чумаков Д.В., Трохин М.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Водоснабжение городов – сложная система, которая обладает массой плюсов. Но независимо от ее преимуществ имеет свои недостатки.

Во всех трубопроводных конструкция находятся бактерии легионелл. Со временем бактерии начинают активно размножаться, распространяться в большом объеме по системе.

Основной целью бактерий является организм со слабой иммунной системой, задевает очень узкий круг людей – новорожденные дети, люди преклонного возраста.

Легионеллез – это сапронозная инфекция, то есть главным местом обитания легионелл являются абиотические объекты окружающей среды. Резервуар возбудителя – это вода и почва, в природе легионеллы обнаруживаются в пресных водоёмах как симбионты сине-зелёных водорослей или паразиты некоторых организмов. Оптимальная для размножения легионелл температура внешней среды – это 40–60 °С. Следует отметить, что наряду с естественной нишей, где обитают легионеллы, существует и искусственная – созданная человеком – ниша, а именно водные системы, где циркулирует вода оптимальной температуры. В таких системах создаются условия для образования в воздухе мелкодисперсного бактериального аэрозоля. Таким образом, легионеллез является и техногенной инфекцией. Известно также, что легионелла часто колонизирует резиновые поверхности (например, шланги водопроводного, медицинского и промышленного оборудования). Легионелл также обнаруживают в тёплых водах, сбрасываемых электростанциями.

Целью исследования является создания системы антибактериальной защиты в основе которого лежит принцип автоматического подогрева, контроля воды.

Сам принцип основан на подогреве воды в трубопроводной системе до температуры 80-85С(при данной температуре бактерии погибают), также удержание данной температуры на протяжении 5-ти минут.

Основным достоинством данной системы является – доступность, простота эксплуатации.

Данная система широко используется на промышленных предприятиях, частных объектах и в домашних условиях.

Эта система станет неотъемлемым помощником во всех сферах, где применяется теплоснабжение.

СЕКЦІЯ 9. ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНЕ ТА ЕЛЕКТРИЧНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ

РОЗРАХУНОК СИЛ ЗВАРЮВАННЯ КОНТАКТІВ ВАКУУМНОГО КОНТАКТОРА СЕРЕДНІХ НАПРУГ В ПРОЦЕСІ ВКЛЮЧЕННЯ

Байда Є.І., Лелюк М.А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Вакуумні контактори використовуються для комутації навантаж середніх напруг. Вони складаються з комутаційного (вакуумні переривники) та привідного (привідний механізм та система керування) модулів. Виробники вакуумних переривників висувають ряд вимог, серед яких швидкість замикання та розмикання контактів, початкове стискання та жорсткість поворотної та контактних пружин, тривалість відскоків під час замикання.

Головною причиною, що зменшує термін служби вакуумних переривників є відскоки контактів під час замикання. Електрична дуга, яка при цьому виникає, викликає оплавлення контактних поверхонь, що призводить до їх електричного зносу, а в ряді випадків – до зварювання контактів на кінцевому етапі замикання. Наслідком цього є порушення роботи контактора та виникнення аварійного режиму роботи навантаж. Тому при розробці нових або удосконаленні існуючих конструкцій вакуумних контакторів для виконання вимог виробників вакуумних переривників необхідно встановити співвідношення між характеристиками привідного механізму та характеристиками поворотної та контактних пружин та враховувати можливість появи відскоків контактів і знати можливе значення сили їх зварювання.

Метою даної роботи була розробка математичної моделі сил зварювання контактів при їх відскоках під час замикання у звичайному режимі та під час включення контактора на струм короткого замикання. Для досягнення цієї мети було проведено наступне: 1) досліджено вібрацію контактів на експериментальному зразку контактора; 2) розроблена математична модель визначення сил зварювання контактів при їх відскоках під час включення контактора з урахуванням внутрішніх та поверхневих джерел тепла і прихованої теплоти фазових переходів, що базується на методі Лейбензона; 3) показано вплив форми струму, його величини і фази включення напруги на величину сили зварювання.

Проведені розрахунки дозволяють визначити динаміку руху областей фазових переходів, їх максимальні значення і час затвердіння контактного матеріалу. Доведено коректність застосування розрахункового методу.

За результатами розрахунку встановлені значення сили поворотної пружини, які необхідні для розриву контактів, що зварилися при його включенні в нормальному режимі роботи та аварійному на струм короткого замикання. Отримані результати дають можливість встановити необхідне значення сили притискання якоря до сердечника електромагніта для підтримання контактора у включеному положенні.

INVESTIGATION OF LINEAR IMPULSE ELECTROMECHANICAL CONVERTER

Bolyukh V.F., Kocherga O.I., Shchukin I.S.

National Technical University «Kharkov Polytechnic Institute», Kharkiv

Linear impulse electromechanical converters (LIEC) are designed to create mechanical shock pulses to the an object of influence with a slight movement of the actuator, or to accelerate it in a short active leg. These converters are used in many branches of science and technology as the shock-power devices and electromechanical accelerators. LIEC induction type provides non-contact displacement an electrically conductive armature relative to a stationary inductor excited by capacitive energy storage device using the electronic system of formation of the current pulse.

A mathematical model of coaxial LIEC, taking into account inter-related and ultrafast electromagnetic, thermal and mechanical processes that occur when you move the massive armature relative to the fixed multiturn inductor in the presence of ferromagnetic outer screen is developed.

Solving systems of equations of the mathematical model obtained by using the finite element method by integrating the spatial variables and improved method Gere in the integration over time.

It is shown that the electromechanical LIEC processes are complex, time-space character, and every time there is a significant spatial non-uniformity of the current density induced in the massive disc-shaped armature.

The technique of experimental research, which is the simultaneous recording of electrical and mechanical parameters characterizing the power and speed LIEC indicators is developed. Power parameters are recorded using a piezoelectric transducer, strain gauge system, pressure pulsation sensor and high-speed video and high-speed performance - using resistive displacement sensors.

On the basis of experimental studies determined: the shape, the peak value and duration of the inductor current pulse, delay time of vibration of the object exposure in relation to the time of occurrence of the inductor current, the average speed of the armature acceleration value proportional to the instantaneous electrodynamics force, and the magnitude of vibration, which is proportional to the momentum force acting the impact on the object.

To investigate LIEC, electromechanical operating as an accelerator in addition to the inductor current is measured while moving armature at each time of acceleration at the site using a resistive displacement transducer.

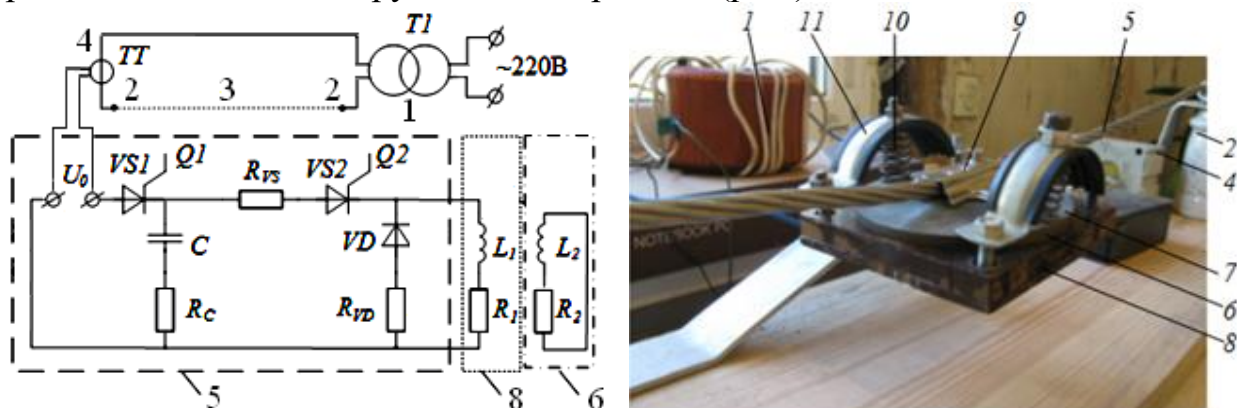
On the stand for the study LIEC using instantaneous velocity measurements were carried out with strain gauges armature striker video using a digital camera. After the shooting recording processing and decomposition of it into individual frames was carried out. At the same time by the time in which the anchor with the striker passes the distance to the shock plate was determined. The measured average speed in the area armature stroke in satisfactory agreement with the results of the experiments described above.

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЕ ИМПУЛЬСНОЕ УСТРОЙСТВО ОЧИСТКИ ПРОВОДОВ ЛЭП ОТ СНЕГА И ОБЛЕДЕНЕНИЯ

Болюх В.Ф., Кочерга А.И., Олексенко С.В., Щукин И.С.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

При эксплуатации ЛЭП в зимний период возможно налипание снега и обледенение, что может привести к обрывам проводов, разрушения изоляторов и опор. Разработано и испытано устройство ударно-механической очистки проводов ЛЭП. Макет устройства содержит силовой трансформатор Т1, опорные изоляторы 2, между которыми натянут исследуемый участок провода 3 ЛЭП марки АС-50 длиной 1,2 м, трансформатор тока 4 типа Т-0,66 УЗ-100/5, блок управления 5, электропроводящий якорь 6, ударный диск 7, индуктор 8, крепежный элемент 9, пружина 10, каркас 11 (рис.).



аб

Электрическая схема (а) и макет (б) устройства ударно-механической очистки проводов ЛЭП от налипания снега и обледенения

Вторичная обмотка силового трансформатора 1 последовательно соединена с трансформатором тока 4 и участком исследуемого провода 3, обеспечивая ток «в проводе» на уровне 0 – 40 А. Трансформатор тока 4 обеспечивает блок управления 5 зарядным напряжением U_0 для системы мониторинга и заряда емкостного накопителя, которые находятся внутри блока управления. Якорь 6 соединен с ударным диском 7 и посредством элемента 9 жестко крепится к проводу 3 ЛЭП в середине пролета. Пружина 10 прижимает якорь 6 к индуктору 8, обеспечивая его перемещение с возвратом в исходное положение.

При налипании снега и обледенения блок управления 5 осуществляет заряд емкостного накопителя до заданной величины. После чего автоматически происходит возбуждение индуктора 8, и возникающие при этом электродинамические усилия отталкивают якорь 6 от индуктора, что приводит к поперечному перемещению провода 3 ЛЭП. Одновременно при этом происходит сжатие возвратных пружин 10. На провод 8 действует двойной удар, вызванный прямым и обратным ходом якоря относительно индуктора, вследствие чего происходит встряхивание налипшего снега и растрескивание гололеда.

СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ АВТОСЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ В БАЛЛИСТИЧЕСКОМ ГРАВИМЕТРЕ ПРИ РАБОТЕ ИНДУКЦИОННО-ДИНАМИЧЕСКОЙ КАТАПУЛЬТЫ

Болюх¹ В.Ф., Омельченко² А.В., Винниченко³ А.И.,

¹Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт»,

²Харьковский национальный университет радиоэлектроники,

³ННЦ «Институт метрологии», г. Харьков

Для высокоточных измерений абсолютного значения ускорения свободного падения g применяют баллистические гравиметры, в которых реализуются симметричная схема измерений. В таких гравиметрах не требуются высокий вакуум, они имеют малые размеры и могут использоваться в качестве транспортабельных измерительных приборов. Основной их недостаток – механическое воздействие, которое возникает при броске катапульти пробного тела (ПТ) лазерно-оптической системы. При работе катапульти возникают автосейсмические колебания фундамента, что обуславливает соответствующую компоненту погрешности измерения g , достигающую величины несколько десятков и даже сотен микрогалл.

Разработана математическая модель и рассмотрена эффективность подавления автосейсмических помех в гравиметре за счет применения упругого подвеса референтного отражателя или платформы, с которой стартует ПТ. Показано, что наибольшая эффективность подавления указанных помех достигается за счет совместного упругого подвешивания как референтного отражателя интерферометра лазерно-оптической системы, так и массивной платформы.

Рассмотрена концепция баллистического гравиметра с индукционно-динамической катапульти [1]. В данном гравиметре для снижения уровня автосейсмических колебаний предлагается запускать ПТ с массивной платформы, установленной на пружине малой жесткости. Роль такой пружины выполняет электромагнитный компенсатор жёсткости. Такой подход практически полностью защищает от автосейсмических колебаний все узлы и измерительные элементы баллистического гравиметра.

Литература:

1. Болюх В.Ф., Омельченко А.В., Винниченко А.И., Купко В.С. Концепция баллистического лазерного гравиметра с индукционно-динамической катапульти и уменьшенным влиянием автосейсмического эффекта // Український метрологічний журнал. – 2016. - № 2. – С.15-20.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ УСТРОЙСТВА УНИЧТОЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ НА ЦИФРОВЫХ НАКОПИТЕЛЯХ

Болюх В.Ф., Щукин И.С.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Наиболее эффективным путем сохранения важной информации при несанкционированном доступе или при необходимости гарантированного ее уничтожения рассматриваются методы, при которых разрушается или невосвратимо повреждается цифровой накопитель информации (ЦНИ), расположенный внутри или вне компьютера. Наибольшее распространение получили следующие способы уничтожения информации на ЦНИ: механический, магнитный, термический, пиротехнический, металлотермический, химический и радиационный способы. Однако все указанные способы, кроме механического и магнитного, требуют специальных условий и не могут использоваться в обычных офисных или жилых помещениях.

Наиболее перспективными представляются механический способ уничтожения информации ЦНИ с использованием импульсного электромеханического устройства и магнитный способ. Это способы можно реализовать на работающем или выключенном компьютере за очень короткое время при поступлении сигнала о несанкционированном доступе.

Представлен разработанный комплекс высокоэффективных импульсных электромеханических и электромагнитных устройств уничтожения информации на ЦНИ. Указанные устройства характеризуются автономностью и при ограниченных массогабаритных показателях возбуждают мощные механические или магнитные импульсы.

Рассмотрены электромеханические устройства индукционно-динамического типа, с аккумулярованием механической энергии и устройства комбинированного действия, использующие индукционно-динамические, электродинамические и электромагнитные силы. Предложены конструкции устройств, предназначенных для уничтожения информации на НЖМД, USB флеш-накопителях и твердотельных SSD накопителях.

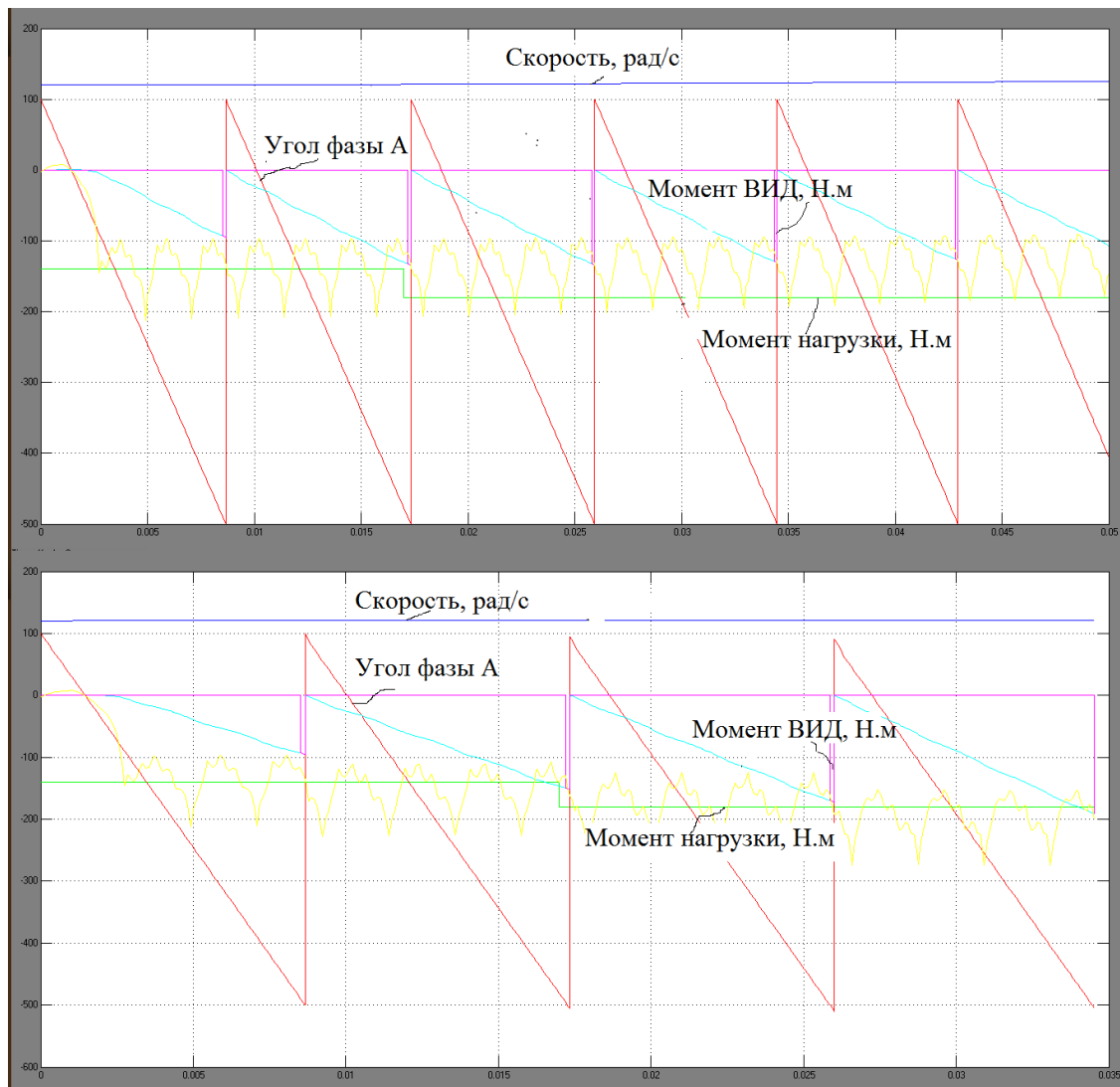
На основании выполненных работ предлагается следующая классификация устройств уничтожения информации на ЦНИ: По принципу работы: электромеханические, электромагнитные, комбинированные. По типу ЦНИ: НЖМД, USB флеш-накопитель, SSD накопитель. По типу силового привода: индукционно-динамический, электромагнитный, электродинамический, комбинированный. По типу индуктора: однокатушечный, многокатушечный. По типу якоря: электропроводящий, ферромагнитный, индукторный, комбинированный. По конструктивной схеме: единый ударно-силовой блок, отдельные электронный и один или несколько силовых блоков.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМА РЕКУПЕРАТИВНОГО ТОРМОЖЕНИЯ ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ (ВИД) РУДНИЧНОГО ЭЛЕКТРОВОЗА

Галайко Л.П.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», Харьков*

В режиме рекуперативного торможения ВИД, как следует из работы [1], при увеличении вращающего момента нагрузки непрерывно растет скорость и уменьшается значение тормозного момента ВИД при постоянных параметрах управления (смотри верхний рисунок). Для обеспечения постоянства скорости в этом режиме необходимо изменять значения управляющих параметров (смотри нижний рисунок). Для получения высокого качества заданного режима необходима качественная программа для микропроцессора контроллера.



Литература:

1. Галайко Л.П. Анализ режима рекуперативного торможения в имитационной модели вентильно-индукторного двигателя. Труды МКЭЭЭ-2012. XIV Международная конференция «Электромеханика, Электротехнологии, Электротехнические материалы и компоненты». 23-29 сент.2012. с. 144-146.

НАДПРОВІДНИЙ ТРАНСФОРМАТОРНИЙ ОБМЕЖУВАЧ СТРУМУ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ

Гончаров Є.В., Поляков І.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Надпровідний обмежувач струму короткого замикання вмикається у фазу електромережі для захисту від аварійних струмів. Надпровідні обмежувачі струму мають близький до нуля опір в номінальному режимі, а при проходженні струму короткого замикання опір багаторазово збільшується.

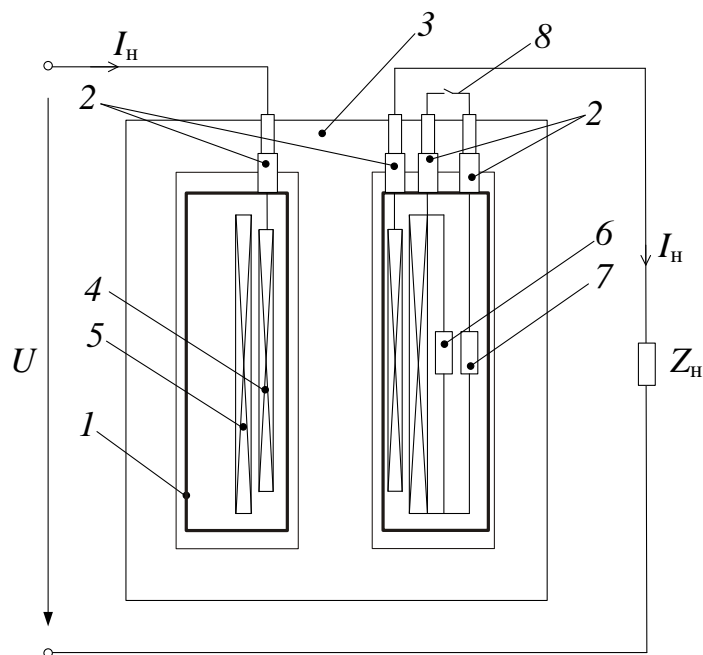


Рисунок – Конструктивна схема
трансформаторного обмежувача струму

На рисунку наведено конструктивну схему надпровідного трансформаторного обмежувача струму короткого замикання, який містить кріостат 1 з струмовводами 2, що розміщено на середньому стержні магнітопроводу 3. Основна первинна високотемпературна надпровідна обмотка 4 вмикається послідовно з навантаженням Z_n в електричну мережу, а вторинна надпровідна високотемпературна обмотка 5 у номінальному режимі роботи електромережі замкнена високотемпературним надпровідним елементом 6 з нульовим опором. Принцип дії такого обмежувача струму полягає

в тому, що при номінальному режимі вторинна надпровідна обмотка 5 короткозамкнена, по первинній обмотці 4 проходить струм, що дорівнює струму навантаження I_n , і обмежувач струму знаходиться в режимі короткого замикання трансформатора з незначним опором. При короткому замиканні електромережі надпровідний резистор 6 втрачає надпровідність і обмежувач струму переходить у режим холостого ходу трансформатора. Таким чином, індуктивний опір обмотки 4, яка увімкнена в електричну мережу, збільшується та обмежує струм короткого замикання. Вся напруга U припадає до первинної обмотки 4, а усталений струм обмежується до значення струму холостого ходу трансформатора, після чого спрацьовує автоматичний вимикач. Для забезпечення автоматичного повторного включення надпровідний елемент 6 шунтується додатковим надпровідним елементом 7, який вмикається ключем 8 на час остигання елемента 6. Перевага пристрою полягає в тому, що забезпечується зменшення втрат потужності за рахунок використання високотемпературних надпровідних обмоток, а також зберігається надпровідний стан обмоток у аварійному режимі.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОБУТОВИХ КОНДИЦІОНЕРІВ

Гришук Ю.С., НОРЦОВ Р. Є.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В роботі розглянуті питання розробки структурної схеми мікроконтролерного стенда для автоматизації дослідження побутових кондиціонерів та алгоритму його роботи, який в автоматичному режимі забезпечить збір даних з подальшим збереженням, обробкою та дослідженням їх на персональному комп'ютері. Структурна схема стенда виконана на базі мікроконтролера KM1816BE51, який є програмно сумісним з іншими мікроконтролерами сімейства MCS-51 [1-2]. До об'єкту дослідження підключені відповідні датчики контрольованих параметрів Д1-Д8, які є первинними перетворювачами струму та напруги на компресорі, напруги на електродвигунах вентиляторів зовнішнього та внутрішнього блоків, температури зовнішнього і внутрішнього середовища, температури на виході з кондиціонера, частоти обертання вентиляторів в напругу. Нормуючі підсилювачі погоджують вихідну напругу датчиків з необхідним вхідним сигналом АЦП 0 - 10 В і забезпечують низький вихідний опір. Через послідовний інтерфейс RS232C схема з'єднана з ПЕОМ, яка може змінювати режими випробувань або досліджень, а також приймати, запам'ятовувати, відображати і документувати результати досліджень.

Для проведення дослідження з необхідною точністю на початку програми константі TIME привласнюється значення інтервалу часу, через який опитуються датчики і елементи кондиціонера для підтримання оптимального мікроклімату. При включенні кондиціонера мікроконтролер посилає сигнал керування на аналоговий комутатор. Згідно одержаному сигналу комутатор з'єднує датчик ввімкнення компресора з виводом відповідного порту мікроконтролера. Комутатор аналогових сигналів перемикає один з входів на вихід залежно від керуючого коду, що поступив від мікроконтролера. Аналоговий сигнал з виходу комутатора поступає на АЦП, який після подачі на нього сигналу запуску забезпечує перетворення його в цифровий код. АЦП, після зчитування і перетворення сигналу датчика, посилає сигнал готовності на мікроконтролер. Данні прийняті з АЦП мікроконтролером передаються, через універсальний асинхронний приймач-передавач (УАПП), персональному комп'ютеру для подальшого зберігання та обробки. Вихід з циклу і завершення роботи програми відбувається при відключенні кондиціонера.

Розроблений стенд і алгоритм роботи для автоматизованого дослідження кондиціонерів, дозволяють суттєво скоротити терміни і витрати на проведення їх і досліджень та підвищити точність отримуваних результатів.

Література:

1. Сташин В.В., Урусов А.В., Мологонцева О.Ф. Проектирование цифровых устройств на однокристальных микроконтроллерах. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 224 с.
2. Гришук Ю.С. Мікропроцесорні пристрої: Навчальний посібник. – Харків: НТУ«ХПІ», 2008. – 348 с.

ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА ПОЛЮСОВ НА МАГНИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕНЕРАТОРА С ПОПЕРЕЧНЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

Егоров А.В., Масленников А.М., Дунев А.А., Штаман М.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Одним из способов повышения энергетических показателей тихоходных генераторов с поперечным магнитным полем (TFM) является увеличение частоты перемагничивания сердечника статора. Как следует из закона электромагнитной индукции, это приводит к повышению ЭДС и, как следствие, к повышению полезной мощности и КПД. При неизменном значении внешнего диаметра сердечника статора, увеличение количества полюсов возможно только с одновременным уменьшением их ширины.

Моделирование электромагнитных процессов, для каждого из вариантов конструкции, показало, что уменьшение ширины полюса, а соответственно и ширины постоянного магнита, приводит к значительному уменьшению насыщения самого полюса. Это связано с тем, что запасенная энергия в магните уменьшается пропорционально уменьшению объема самого магнита, а величина воздушного зазора и путь замыкания силовой линии магнитного потока остается величиной постоянной. Одновременно с уменьшением насыщения сердечников статора происходит увеличение индуктивности катушки обмотки статора (рис. 1).

Данный факт негативно сказывается на параметрах самой катушки, а именно на ее индуктивном сопротивлении.

Зная форму кривых индуктивности и магнитной индукции можно подобрать уравнения, которые будут описывать данные кривые. Аппроксимация графика среднего значения магнитной индукции в сердечнике статора

$$B = 1,34 \cdot e^{-0,028 \cdot p}.$$

Изменение индуктивности катушки от количества полюсов статора описывается уравнением

$$L = (0,45 \cdot \ln(p) + 0,32) \cdot \left(\frac{W}{1000} \right)^2.$$

Полученные уравнения позволяют провести аналитический расчет TFM в генераторном режиме работы, что существенно уменьшает время проектирования по заданным параметрам.

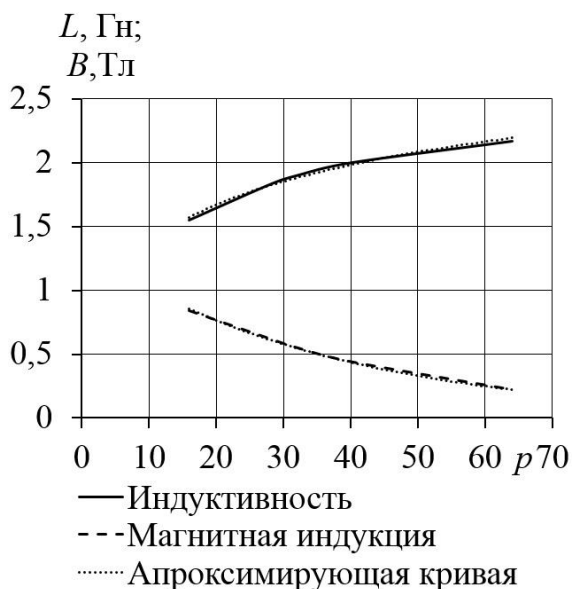


Рисунок 1 – Зависимость индуктивности катушки и магнитной индукции в сердечнике статора от количества полюсов

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗМАГНІЧУВАННЯ ОБМОТОК АКТУАТОРІВ В УМОВАХ НАПІВПРОВІДНИКОВОЇ КОМУТАЦІЇ

Клименко Б.В., Єресько О.В., Кулик В.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

При комутації індуктивних навантаж зокрема обмоток електромагнітних актуаторів напівпровідниковими ключами, що діють дуже швидко (час комутації близько 1 мкс), з метою недопущення неприпустимих перенапруг, такі навантаження зазвичай шунтують "розмагнічувальними" діодами, які суттєво затягують процес розмагнічування. Зменшити час розмагнічування можна за рахунок включення послідовно з діодами резисторів, але при цьому збільшується напруга на транзисторі в момент його запирання, що змушує застосовувати більш дорогі транзистори з великими допустимими напругами. Крім того, завдяки шунтуванню діодами, в неробочій обмотці виникає наведений струм, який збільшує час виконання певної операції або взагалі її блокує.

В роботі експериментально досліджена можливість застосування варисторів для розмагнічування обмоток замість діодно-резисторних шунтів. Як бачимо з осцилограм, представлених на рис.1, час розмагнічування обмотки актуатора за допомогою діодно-резисторного шунта перевищує 15 мс, тоді як при шунтуванні обмотки варистором цей час не перевищує 2,5 мс.

Результати досліджень, проведених на макетному зразку, були перевірені на декількох дослідних зразках відмикачів та контакторів. Випробування цих апаратів на механічну зносостійкість підтверджують ефективність запропонованого рішення щодо застосування варисторів у колах розмагнічування обмоток актуаторів при їх комутації напівпровідниковими приладами.

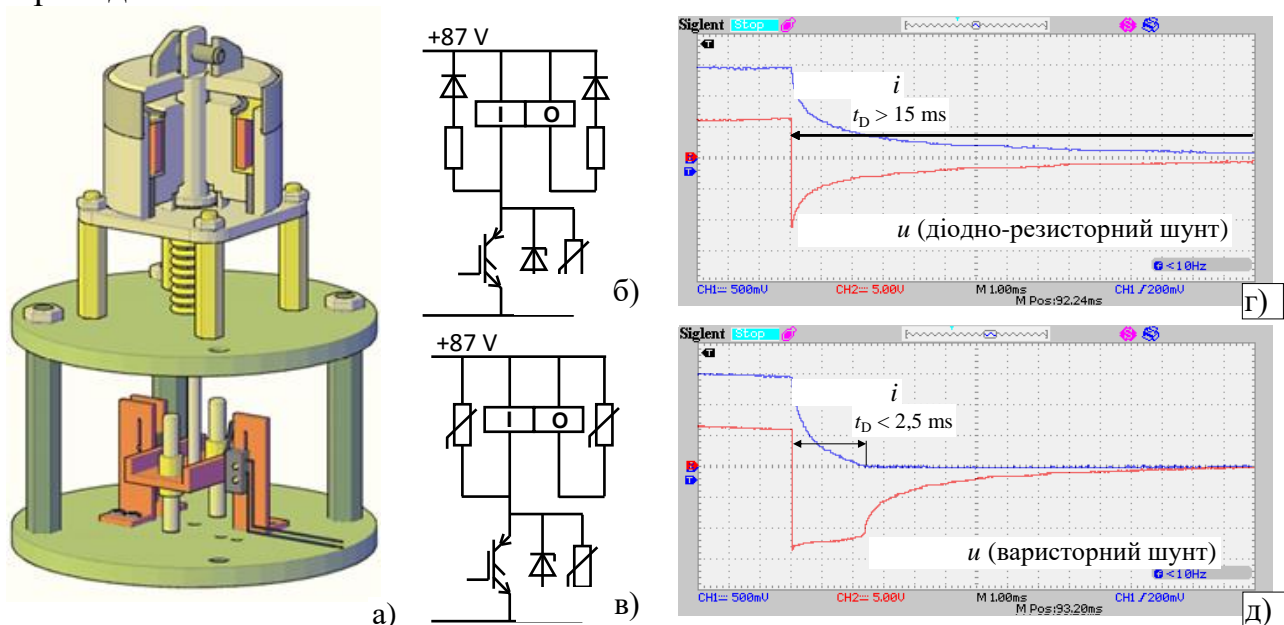


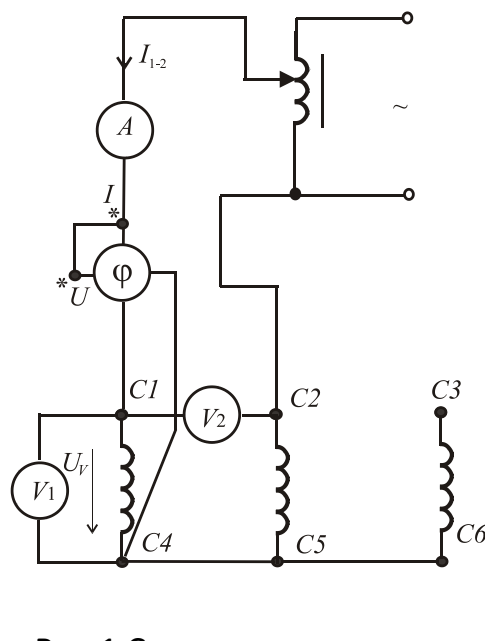
Рис. 1. Дослідна установка (а), схеми комутації з діодно-резисторним (б) та варисторним розмагнічуванням (в), а також відповідні осцилограми струму i в обмотці та напруги u на ній (г, д) після запирання транзистора

ИЗМЕНЕНИЕ УГЛА φ_1 В АСИНХРОННОЙ МАШИНЕ (АМ)

Марков В.С.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В схеме (рис.1) запитываем от внешнего источника переменного напряжения обмотку статора АМ, ротор которой при этом вращаем за счёт двигателя постоянного тока, а угол измеряем фазометром. Исследования проводились на асинхронной машине 4АХ80ДУ3 с параметрами $P_{\text{ном}} = 0,92$ кВт, $U_1 = 380$ В, $I_1 = 2,2$ А, $f = 50$ Гц, $n_1 = 1000$ об/мин, $n_2 = 920$ об/мин. При частотах вращения до синхронной (1000 об/мин) угол φ_1 , т.е. угол между фазным напряжением на статоре и током статора, составляет от 43° до $72^\circ - 74^\circ$. При неизменном линейном напряжении U_{C1-C2} , или, что, то же самое, при неизменном напряжении источника питания, изменение частоты вращения ротора n_2 вызывает



неоднозначное изменение тока статора I_{1-2} . При изменениях n_2 от 900 об/мин до 1000 об/мин, ток статора уменьшается от 0,42 А до 0,26 А. В диапазонах частот вращения от 991 об/мин до 1008 об/мин ток статора минимальный 0,26 А (рис. 2, а). Дальнейшее увеличение частоты вращения ротора до 1050 об/мин вызывает рост тока до 0,4 А. Вообще увеличение частоты вращения свыше 1000 об/мин вызывает почти монотонный рост тока, а при 1030 – 1200 об/мин угол φ_1 становится больше 90° (рис. 2, б). Дальнейший рост частоты n_2 приводит к уменьшению угла φ_1

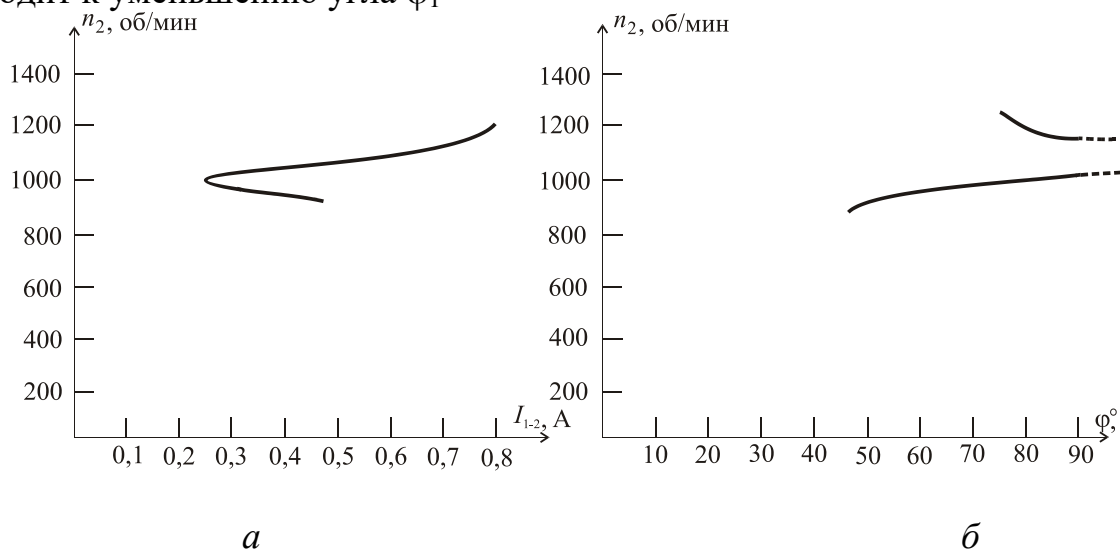


Рис.2 Зависимость частоты вращения ротора от тока статора при $U_{C1-C2} = \text{const}$ (а); зависимость угла φ_1 от частоты вращения ротора (б)

ИССЛЕДОВАНИЕ $R-L-C$ ЦЕПИ В ОБМОТКЕ СТАТОРА АСИНХРОННОЙ МАШИНЫ (АМ) С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

Марков В.С.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Для лучшего понимания процессов в автономном асинхронном генераторе при возбуждении его с помощью конденсаторов предпримем исследование электрической цепи фазы статора АМ, с включенным последовательно этой фазе, конденсатором (рис.1). Исследования проводились

на асинхронной машине 4АХ80ДУЗ с параметрами $P_{\text{ном}} = 0,92$ кВт, $U_1 = 380$ В, $I_1 = 2,2$ А, $f = 50$ Гц, $n_1 = 1000$ об/мин, $n_2 = 920$ об/мин.

Результаты исследований сведены в таблицу 1, и показаны на векторных диаграммах (рис.2).

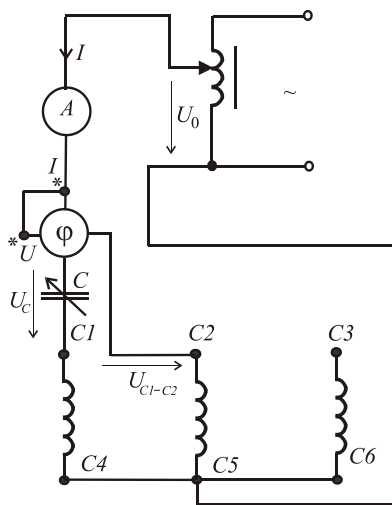


Рис.1 Схема эксперимента

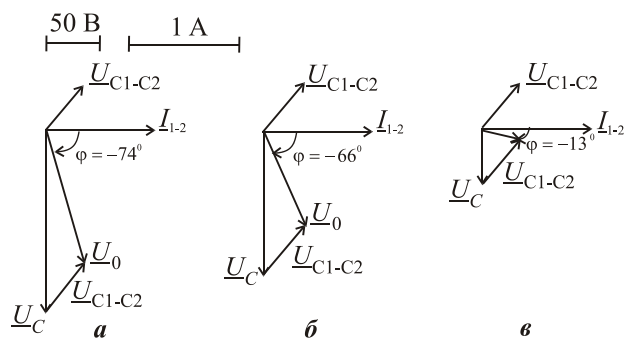


Рис.2 Векторные диаграммы

Таблица 1

Ёмкость конденсатора, мкФ	U_0 , В	U_{C1-C2} , В	U_C , В	I , А	φ , °
18,66	14,5	6,4	19,1	0,1	-59
	68	28,1	88,7	0,5	- 72
	136	55,1	173,5	1	- 74
	232	95	300	1,7	- 74
24,57	11	6,4	14,5	0,1	- 47
	48	28,2	66,4	0,5	- 65
	96	56	132	1	- 66
	186	111	263	2	- 67
62,2	6,9	10,8	9,7	0,18	- 16
	20	28,5	26,1	0,5	- 12
	39	56,3	52,2	1	- 13
	78	110	102,5	2	- 14

ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ В АСИНХРОННОМ ГЕНЕРАТОРЕ (АГ)

Марков В.С.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Влияние остаточной намагниченности ротора или статора на способность к возбуждению автономного АГ отмечалось многими авторами. Более того, в классическом представлении о механизме самовозбуждения АГ, роль остаточной намагниченности – служить стартером процесса. Однако в литературе крайне редко можно встретить какие-нибудь численные данные, характеризующие остаточную намагниченность. Проведём исследования на асинхронной машине 4АХ80ДУЗ с параметрами $P_{ном} = 0,92$ кВт, $U_1 = 380$ В, $I_1 = 2,2$ А, $f = 50$ Гц, $n_1 = 1000$ об/мин, $n_2 = 920$ об/мин. Данные исследований сведены в табл.1 и представлены на рис1., где пунктирными линиями показаны предполагаемые начальные участки зависимости между линейным напряжением статора и начальным током ротора.

Таблица 1

Напряжение между фазами статора АГ U_{C1-C2} , В	Частота напряжения f , Гц	Частота вращения ротора n_2 , об/мин	Начальный ток через конденсатор ёмкостью $C=30$ мкФ, I_{1-2} , мА
8	47,5	952-961	72
8,6	50	1000	89
9,5	55	1100	98
10	60	1200	112
11	65	1300	130
11,75	69	1380	153
12	70	1400	157
12,5	75	1500	178

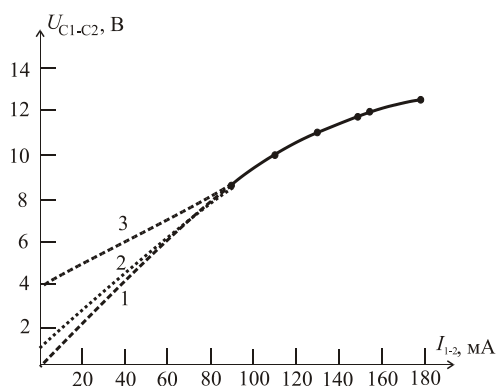


Рис.1 Зависимость между остаточным

асинхронной машины, как двигателя, значения напряжения соответствуют таблице 1.

Следует отметить, что линейное напряжение на статоре АГ, которое характеризует остаточную намагниченность, после нескольких дней простоя, может существенно уменьшаться. Так, например, при $n_2=1000$ об/мин напряжение падает до 0,4 В, а при 1500 об/мин до 0,58 В. При повторном включении

СХЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА (АГ) С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

Марков В.С.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Традиционно схемы возбуждения АГ в литературе представляются в виде рис.1, 2., где используются три конденсатора, включенные по схеме «звезда» или «треугольник».

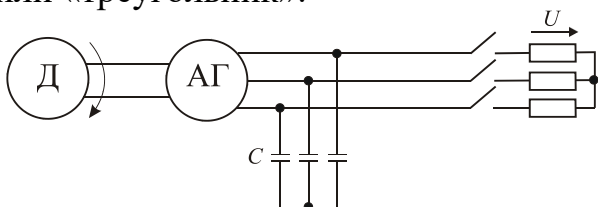


Рис. 1 Включение конденсаторной батареи в фазы обмотки статора АГ

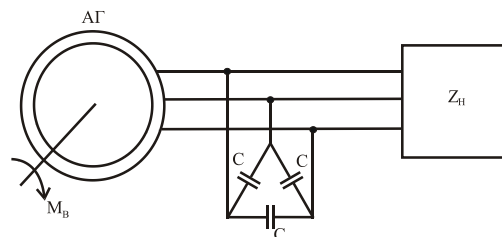


Рис. 2 Конденсаторы возбуждения, включенные треугольником

Однако принципиально возможно возбудить АГ за счет одного конденсатора, включенного как это показано на рис. 3 а, б.

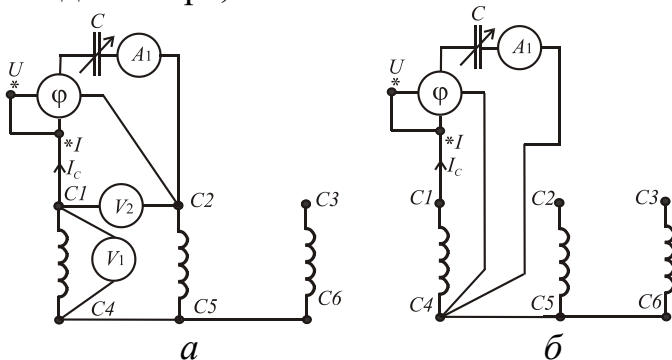


Рис.3 Схемы возбуждения АГ с помощью одного конденсатора

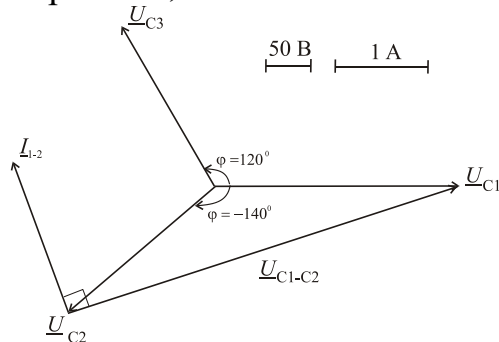


Рис.4 Векторная диаграмма при возбуждении по схеме рис.3а

При этом происходит искажение звезды фазных напряжений на обмотках статора АГ (рис.4). Возбуждение происходит не на частоте холостого хода, а на частотах заметно отличающихся от синхронной, в частности 1380 и 1400 об/мин. (рис 5 а,б).

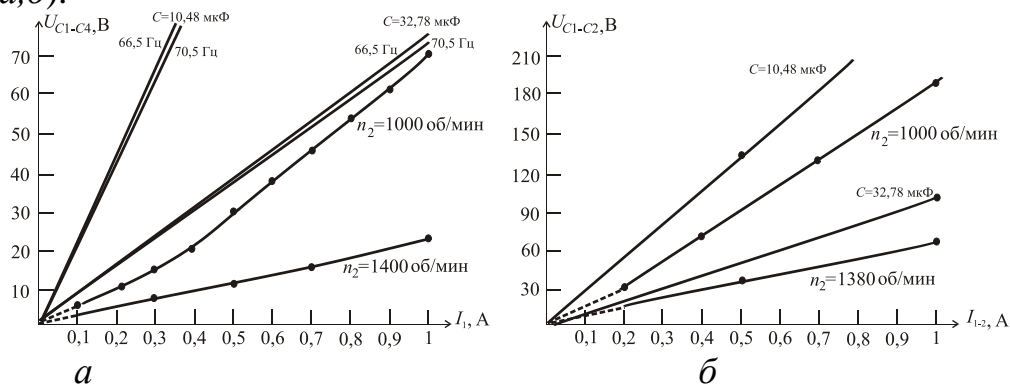


Рис.5 Особенности однофазного (а) и двухфазного возбуждения АГ (б)

УТОЧНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАМАГНИЧИВАНИЯ АСИНХРОННОЙ МАШИНЫ (АМ) С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

Марков В.С.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Известно, что АМ может работать как автономный генератор (АГ) при подключении конденсатора (-ов) в цепь обмотки статора, например, АГ, с включением конденсатора по схеме, представленной на рис.1 Зависимость между ЭДС (напряжением) на статоре и током статора (тока намагничивания) при синхронной частоте называются характеристикой холостого хода. Наиболее широко распространенное представление о самовозбуждении АГ состоит в том, что остаточная намагненность ротора создает напряжение и ток в статоре, который усиливается за счет опережающего тока через подключенный к обмоткам статора конденсатор. Пересечение вольт-амперной характеристики конденсатора и кривой

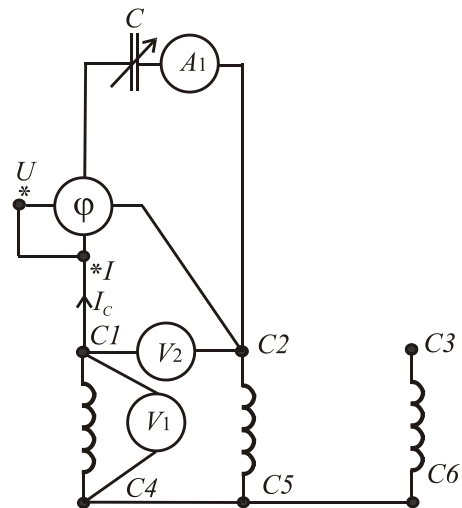


Рис.1. Схема возбуждения авто-

генератора. Поэтому следует снимать характеристику намагничивания для тех фаз обмотки статора, по которым протекает ток ротора. Автором были сняты характеристики холостого хода машины 4АХ80ДУЗ с параметрами $P_{ном} = 0,92$ кВт, $U_1 = 380$ В, $I_1 = 2,2$ А, $f = 50$ Гц, $n_1 = 1000$ об/мин, $n_2 = 920$ об/мин. Измерения проводились при неподвижном роторе ($s = 1$) и при различных частотах вращения ротора $n_2 = 1000$ об/мин ($s = 0$), $n_2 = 1100$ об/мин ($s = -0,1$) $n_2 = 1380$ об/мин ($s = -0,38$). Полученные характеристики представлены в таблице 1, где U_{C1-C2} – измеряемое напряжение в фазе статоре, I_C – регулируемый ток статора. Ранее автором представлялись данные по характеристике намагничивания при однофазном возбуждении. Теперь же производится уточнение для двухфазного возбуждения.

Таблица 1

I_C, A	U_{C1-C2}, B при различных скольжениях s			
	$s = -0,38$	$s = -0,1$	$s = 0$	$s = 1$
0,3	15,6	20,6	49,5	16,8
0,5	24,78	35,7	88,5	28
0,7	33,5	49	127,4	38,9
1,0	47,7	68,9	188,5	55,8
2,0	-	-	-	109,6

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТРИФАЗНИХ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ НА ОСНОВІ ЧИСЕЛЬНО-ПОЛЬОВИХ МЕТОДІВ

Мілих В.І., Мирошніченко Б.О., Манукалов І. І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Трифазні асинхронні двигуни (ТАД) складають основу електроприводу різного призначення. Для аналізу електромагнітних параметрів ТАД ефективним є використання чисельно-польових розрахунків магнітних полів в програмному середовищі FEMM. При цьому побудова фізично-геометричних моделей ТАД і витягнення результатів розрахунку авторами вже автоматизовані на основі створених скриптів на алгоритмічній мові Lua, яка вбудована в FEMM. Все це можна використати для удосконалення системи проектування ТАД.

Метою цієї роботи є аналіз можливості удосконалення проектування ТАД на основі чисельно-польових методів і у відповідності до цього – запропонувати етапи проектування ТАД, на яких чисельно-польові розрахунки магнітних полів можуть підвищити точність результатів проектування, а, отже, скоротити строки досвідної доводки ТАД при створенні їх нових зразків.

При цьому вважаємо, що класичний метод розрахунку магнітних кіл, який використовується при проектуванні ТАД, побудовано на дуже серйозних припущеннях. До того ж, магнітні розрахунки можливі тільки у режимі неробочого ходу, тоді як режим навантаження, у якому власне і проявляються властивості ТАД, для метода магнітного кола є недосяжним.

Таким чином, пропонуємо застосовувати чисельно-польові розрахунки магнітних полів ТАД на наступних етапах їх проектування:

1) розрахунок намагнічувального струму обмотки статора у режимі неробочого ходу з визначенням впливу елементів зубців ротора та статора на магнітні потоки та інші електромагнітні параметри двигуна;

2) уточнення намагнічувального струму у режимі навантаження і на цієї основі уточнення значення коефіцієнту потужності двигуна;

3) за результатами розрахунку магнітного поля у режимі навантаження визначення електромагнітного моменту і, на цієї основі – вхідної та вихідної потужностей ТАД, а також визначення ЕРС і фазної напруги в обмотці статора, що є комплексною оцінкою правильності проектних параметрів двигуна;

4) розрахунок полів пазового розсіяння та уточнення реактивних опорів обмоток статора та ротора з подальшим уточненням характеристик ТАД;

5) розрахунок магнітного поля розсіяння стержнів обмотки ротора з урахуванням ефекту витіснення струму і на цієї основі – виявлення залежності їх активного та реактивного опорів від ковзання, а у підсумку – уточнення значення пускового моменту та механічної характеристики двигуна;

6) визначення реалістичного розподілу амплітуд магнітної індукції по елементам осердь статора та ротора і через це – уточнення значень магнітних втрат потужності.

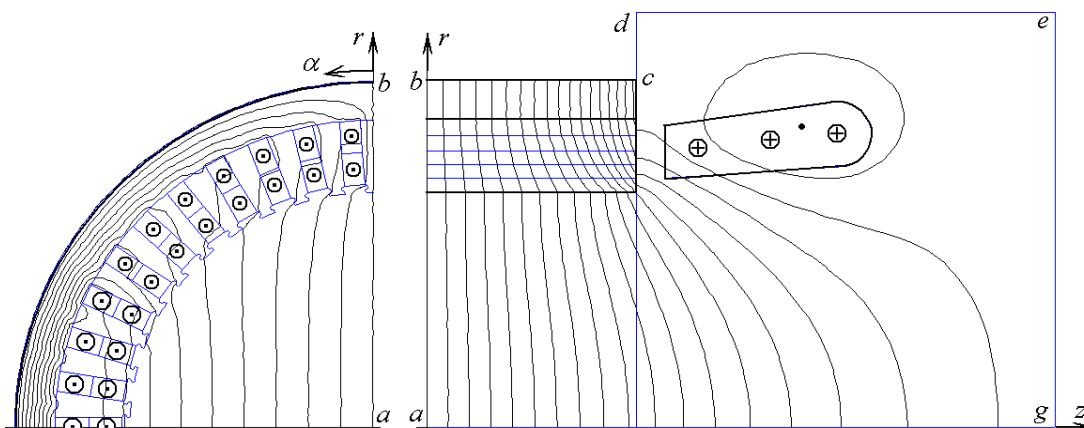
АНАЛІЗ ТРИВИМІРНОГО ХАРАКТЕРУ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ІНДУКТОРА МАГНІТНОГО СЕПАРАТОРА МЕТОДОМ ПЛОСКО-ПАРАЛЕЛЬНИХ РОЗРАХУНКОВИХ МОДЕЛЕЙ

Мілих В.І., Ревуженко С.А., Шилкова Л.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Розглянуто індуктор магнітного сепаратора з обертовим магнітним полем для розділення дрібних об'єктів з різними електромагнітними властивостями. Індуктор побудовано на базі статора трифазного асинхронного двигуна і подано на рисунку ортогональними поперечною в координатах (r, α) та повздовжньою в координатах (r, z) площинами у межах їх симетричних четвертин.

Метою роботи є оцінка тривимірного характеру магнітного поля в немагнітній робочій зоні всередині індуктора на основі метода, представленого в [1].



У першому наближенні розрахункова модель у повздовжньому перерізі є плоскою і магнітне поле тут описується двовірним диференціальним рівнянням

$$\frac{\partial}{\partial r} \left[v_z \frac{\partial A_\alpha}{\partial r} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[v_r \frac{\partial A_\alpha}{\partial z} \right] = -J_\alpha, \quad (1)$$

де A_α , J_α – складові векторного магнітного потенціалу (ВМП) та густини струму, ортогональні площині (r, z) ; v_z , v_r – складові питомого магнітного опору, спеціально перетворені з урахуванням структури осердя індуктора по осям.

Рівняння (1) розв'язується методом скінчених елементів за допомогою відомої програми FEMM з урахуванням низки граничних умов для ВМП [1]:

$$(A_\alpha)_{ab} = 0; (A_\alpha)_{cdef} = C_{var}; \left(\frac{\partial A_\alpha}{\partial r} \right)_{bc} = 0; \left(\frac{\partial A_\alpha}{\partial r} \right)_{ag} = 0; \int_a^b \left(v_r \frac{\partial A_\alpha}{\partial z} \right) dr = U_{mag},$$

де C_{var} – константа, що визначається в процесі розрахунку; U_{mag} – падіння магнітної напруги на лінії ab , що визначається у поперечному перерізі індуктора.

Результати розрахунку магнітного поля подано на рисунку структурами його силових ліній, а також ще розподілами складових магнітної індукції.

Література:

1. Милых В.И. Синтез магнитного поля электрических машин на основе плоско-ортогональных расчетных моделей // Электричество. – 1986. – №5. – С.27-32.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МУЛЬТИФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ІНДУКЦІЙНИХ КУХОННИХ ПЛИТАХ

Пантел'ят М.Г., Слоєв А.К.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Індукційні побутові плити являють собою новий клас сучасної електропобутової техніки – кухонні електричні плити, які розігрівають металевий посуд вихровими струмами, які створюються електромагнітним полем частотою 20-100 кГц. На кафедрі електричних апаратів НТУ «ХПІ» розроблено та апробовано інженерну методику розрахунку та проектування основного конструктивного елементу такої плити – індуктору (плоскої одновиткової або багатовиткової котушки, при протіканні по якій змінного струму створюється електромагнітне поле, яке індуктує в свою чергу вихрові струми в посуді, що нагрівається). Основні результати розрахунку індуктора повинні бути перевірені та уточнені шляхом комп'ютерного моделювання розподілу електромагнітного та температурного поля, а також напружено-деформівного стану індукційної плити та посуду, що нагрівається, в процесі експлуатації плити. Взаємний зв'язок між зазначеними явищами схематично зображено на рис. 1.

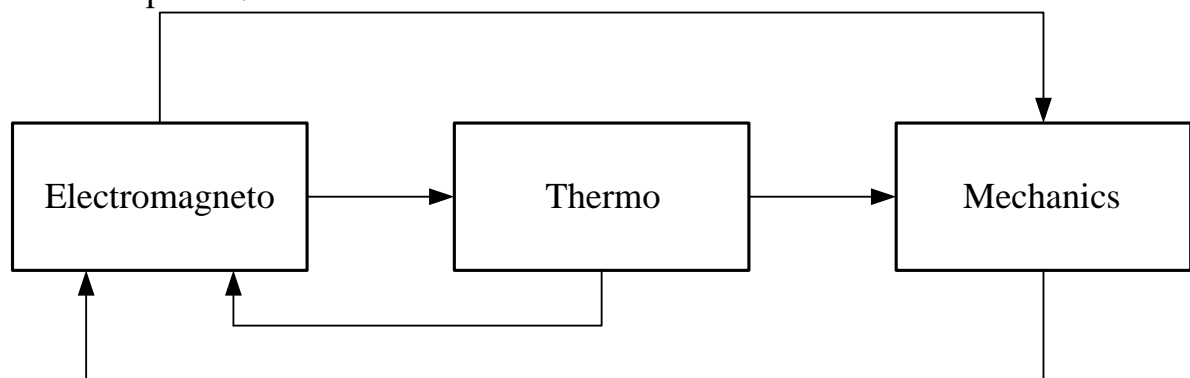


Рис. 1. Взаємний зв'язок між явищами різної фізичної природи

Пропонується застосувати метод скінчених елементів для комп'ютерного аналізу зв'язаних електромагнітних, теплових і механічних процесів у посуді, що нагрівається, а також в індукторі та магнітопроводі індукційної кухонної плити, враховуючи залежності електрофізичних, теплофізичних і механічних властивостей матеріалів від температури, а також нелінійні магнітні властивості (основні криві намагніченості) феромагнітних матеріалів. Математичне моделювання розподілу зв'язаних полів доцільно розпочати у двовимірній постановці. Запропонована методика розробляється на основі методів комп'ютерного моделювання відповідних процесів у промислових індукційних нагрівачах з урахуванням конструктивних особливостей та режимів роботи індукційних кухонних плит.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НИЗКОВОЛЬТНЫХ СИНХРОННЫХ МАШИН С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ

Петренко Н.Я.¹, Шайда В.П.¹, Петренко А.Н.²

¹Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт»

²Харьковский национальный университет

городского хозяйства им. А.Н. Бекетова, г. Харьков

С целью энергосбережения и повышения надежности работы электроприводов установленных на спецтехнике применяются синхронные двигатели с постоянными магнитами. Отсутствие обмотки возбуждения в этих машинах позволяет повысить их КПД и надежность. Хорошо известны методики проектирования таких машин [1–3], однако требования потребителя в части ограничения габаритных размеров и повышенной надежности при пониженном напряжении питания вносят свои коррективы.

Целью работы является разработка синхронного двигателя с постоянными магнитами для привода компрессора установленного на борту спецтехники мощностью 2,2 кВт и напряжением 22 В. Используя методики [1–3] и тот факт, что геометрия статора и его зубцовой зоны заданы заранее (условие обеспечения заданных габаритов), т.е. уже известны. Была разработана соответствующая расчетная методика.

Как уже было сказано, в качестве исходных данных принято число пазов статора – 24, число пазов на полюс и фазу – 2, обмотка статора трехфазная однослойная. В качестве постоянных магнитов, которые устанавливались на ротор, использовались магниты марки NdFeB35 в количестве 4-х штук.

Расчеты двигателя выполнялись в программе Ansys RMxprt, также использовался модуль Optimetrics, этой же программы, для получения максимального КПД. В результате моделирования был спроектирован двигатель с такими параметрами: мощность 2,2 кВт, напряжение 22 В, частота питающего напряжения 130 Гц, фазный ток 62,7 А, число пар полюсов $2p = 4$, номинальная частота вращения 3900 об./мин., момент на валу 5,4 Н·м, КПД 89 % коэффициент мощности 0,8, кратность пускового тока 1,2.

Литература:

1. Яковлев А.И. Расчет и проектирование ветроэлектрических установок с горизонтально-осевой ветротурбиной и синхронным генератором на постоянных магнитах [Текст] : учеб. пособие по курсовому проектированию / А.И. Яковлев, М.А. Затучная, В.Н. Меркушев, В.Н. Пашков. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2003. – 125 с.
2. Пахомин С.А. Проектирование синхронных генераторов [Текст] : учеб. пособие к курсовому проекту по электромеханике / С.А. Пахомин. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2007. – 91с.
3. David G. Dorrell, Mircea Popescu. Drive Motor Designs for Electric Motorcycles / IEEE, 2012. – p.p. 4354–4361.

ОБРАЗЦЫ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ И ПРОВЕРКИ УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЯ МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНО – АКУСТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ИМПУЛЬСАМИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН

Плеснецов С.Ю.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В работе рассмотрены вопросы, связанные с метрологическим обеспечением приборов, установок и устройств ультразвукового бесконтактного контроля металлических изделий импульсами поверхностных волн Релея в условиях их производства. Метрологические характеристики при контроле поверхностных дефектов волнами Релея в традиционном случае проверяют по модели дефекта в виде паза с заданными геометрическими размерами или сквозного вертикального сверления. Применение электромагнитно-акустического (ЭМА) способа возбуждения и приема упругих поверхностных волн исключает появление помех во время контроля эхо-методом и повышенного затухания при контроле теньвым и зеркально теньвым методом. Этот положительный эффект обусловлен отсутствием контактной жидкости на поверхности металла. Следовательно, настройка и проверка дефектоскопов может высокоэффективно осуществляться по модели дефекта в виде паза с заданными геометрическими



Рис. Образцы для настройки и проверки ЭМА дефектоскопов

параметрами или сквозного отверстия заданного нормативно-технической документацией диаметра.

Экспериментальные исследования выявляемости поверхностных и подповерхностных дефектов на образцах, изготовленных из прокатанных изделий, рис., показали, что для настройки и проверки ЭМА дефектоскопов целесообразно использовать стандартные образцы с такими же моделями дефектов, как и для настройки и проверки традиционных «мокрых» дефектоскопов, предназначенных для контроля объемными сдвиговыми, продольными, поверхностными и нормальными волнами.

Установлено, что при ЭМА дефектоскопии изделий необходимо учитывать новый фактор - ориентацию вектора поляризации упругих колебаний. Ориентацию вектора поляризации следует вводить в стандарты на проведение неразрушающего контроля ЭМА способом в качестве одной из основных характеристик.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ АСИНХРОНИЗИРОВАННЫХ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ В РАЗНЫХ РЕЖИМАХ

Потоцкий Д.В., Шевченко В.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В работе рассмотрены вопросы внедрения в энергосистемы на электростанции разного типа асинхронизированных машин (АСМ). Так, на ГАЭС 35 стран мира работают АСМ мощностью до 500 МВт в обратимых режимах (генератор-двигатель). В Украине в 1985 и 1990 г. на Бурштынской ТЭС были введены в эксплуатацию асинхронизированные турбогенераторы (АСТГ) мощностью 200 МВт (АСТГ-200-2У3), которые предназначены для работы при переменных графиках нагрузки с широким регулированием баланса активной и реактивной мощности в энергосистеме. Конструктивной особенностью АСТГ-200-2У3 является наличие двух обмоток возбуждения на роторе, размещенных под углом 90 эл. град. В номинальном режиме ротор может питаться постоянным или переменным током. При питании обмоток возбуждения постоянным током применяют векторное управление возбуждением, что обеспечивает устойчивую работу при любом угле нагрузки, до 180° включительно. В результате, появляется возможность работы с переменной частотой вращения турбины. Схема регулирования и реверсивная система возбуждения обмоток ротора обеспечивают возбуждение машины переменными токами с частотой скольжения, благодаря чему в обмотке статора при переменной частоте ротора индуктируются ЭДС постоянной синхронной частоты. АСТГ могут работать не только с выдачей, но и с глубоким потреблением реактивной мощности, тем самым регулируя напряжение на шинах в широком диапазоне и разгружая питающую сеть от реактивного тока. АСТГ имеют более высокую стоимость по сравнению с синхронными турбогенераторами (ТГ), но их использование обеспечивает экономию, как капитальных, так и эксплуатационных расходов, повышая надежность рядом работающих ТГ. При необходимости АСТГ может работать в режиме синхронного компенсатора, выполняя функцию только регулирования реактивной мощности в системе. При закорачивании одной из обмоток возбуждения АСТГ переходит в режим СГ и работает, как обычный ТГ. При закорачивании двух обмоток (полная потеря возбуждения) АСТГ переходит в режим АГ, потребляя из сети реактивную мощность и вырабатывая активную. В этом режиме накладываются дополнительные ограничения по току статора: АСТГ необходимо разгружать каждые 5–10 минут до 60–70% от номинальной мощности. Т.о., АСТГ может работать в трех режимах: режим собственно АСТГ, режим синхронного генератора (СГ) и режим асинхронного генератора (АГ), (табл. 1).

Таблица 1 – Возможные режимы работы АСТГ

Режим работы	Особенности	Возбуждение	Допустимость
АСТГ	Обе обмотки в работе	двухосное	Основной
СГ	Одна обмотка закорочена	одноосное	Резервные
АГ	Обе обмотки закорочены	Без возбуждения	

СТРУКТУРНО-АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ СХЕМА ИТЕРАЦИОННОГО ТРЕХКАНАЛЬНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-РЕДУКТОРНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОДАЧИ

Худяев А.А., Поленок В.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

На основании математической модели итерационного трехканального дифференциально-редукторного электропривода [1] построена упрощенная структурно-алгоритмическая схема системы управления ЭП МП с системой дифференциалов МД1-МД2, редуктором ППР, соединительной муфтой СМ и учетом моментов сопротивления нагрузки $M_{c,1}$, $M_{c,2}$ и $M_{c,3}$, преобразованных к выходам соответствующих разомкнутых каналов управления (см. рис.). Оба варианта структуры равноценны с точки зрения свойств рассматриваемой трехканальной системы. Дополнительно на рисунке обозначены: $i_{ППР,1+2+3}$ и $C_{ХВ}$ – передаточное отношение и коэффициент передачи соответственно редуктора ППР и ходового винта шарико-винтовой пары; $R_i^*(p)$ ($i=1,2,3$) – дифференциальные операторы разомкнутых контуров положения отдельных приводов с учетом соответствующих управляющих и исполнительных элементов и устройств; $W_{M_{c,i}}(p)$ и $E_{c,i}(p)$ ($i=1,2,3$) – дифференциальные операторы соответственно контуров скорости по моментам нагрузки $M_{c,i}$ и ошибок контуров скорости отдельных приводов.

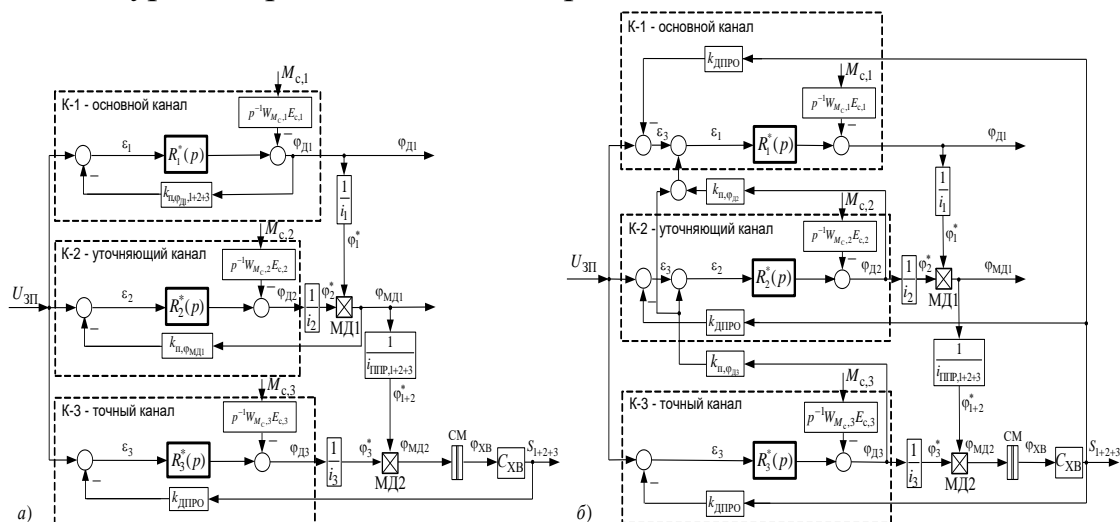


Рисунок – Варианты упрощенной структурно-алгоритмической схемы итерационного трехканального дифференциально-редукторного ЭП подачи с ППР:

а – первый вариант; б – второй вариант

Литература:

1. Худяев А.А., Поленок В.В. Математическая модель трехканального дифференциально-редукторного электропривода подачи, построенного по итерационному принципу // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я (MICROCAD-2016): Матеріали XXIV міжнародної науково-практичної конференції, 18-20 травня 2016, Харків. – Харків: НТУ «ХПІ», 2016. – С. 122.

ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД З ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ШАФИ УВОДУ ТА ОБЛІКУ З АВТОМАТИЧНИМ ВМИКАННЯМ РЕЗЕРВУ

Чепелюк О.О., Борт Д.О., Глушко В.О., Олійников А.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

На кафедрі електричних апаратів з метою поглиблення студентами теоретичних знань із систем автоматичного вмикання резерву (АВР), набуття практичних навичок з їх встановлення, підготовки до роботи та технічного обслуговування створено лабораторний стенд з дослідження шафи уводу та обліку з АВР та відповідні методичні вказівки для проведення досліджень.

В основу вказаного лабораторного стенду покладено шафу уводу та обліку з АВР ШВА-40-2 українського виробництва. Вказана шафа має два трифазні уводи напругою 380 В, захищені від надструмів автоматичними відмикачами з захисною характеристикою С40 та оснащені трифазними електронними лічильниками електричної енергії, а також реалізовану на базі контакторів систему АВР з можливістю вибору пріоритету уводу. Контроль напруги уводів здійснюється за допомогою трифазних реле контролю напруги, вибір пріоритету уводу – за допомогою трипозиційного перемикача, затримка спрацьовування контакторів – за допомогою електронних реле часу, індикація наявності напруги на уводах та режимів роботи шафи реалізовані на світлодіодах.

Для підключення вказаної шафи у лабораторних умовах до наявного одного трифазного уводу створено спеціальну схему живлення, яка імітує живлення обох уводів шафи та дозволяє моделювати аварійні ситуації у мережах їх живлення, зокрема пропадання фаз на уводах та недопустимі відхилення напруги в одному з них.

Методичні вказівки до проведення лабораторних досліджень передбачають ознайомлення з паспортом та керівництвом з експлуатації шафи уводу та обліку з АВР ШВА-40-2 (у них містяться основні технічні характеристики, опис конструктивного виконання, умов експлуатації, вказівки з мір безпеки, підготовка до роботи і порядок встановлення, устрій і принцип дії шафи, електрична схема та специфікація комплектуючих); схемою живлення шафи, що імітує живлення обох уводів та дозволяє моделювати аварійні ситуації в них; проведення досліджень роботи шафи у нормальному та аварійних режимах роботи уводів; складання звіту та підготовки відповідей на запитання для самоперевірки.

Особливістю вказаних методичних вказівок є те що, окрім паперового, їх розроблено у електронному вигляді, з використанням гіперпосилань у мережу Internet на відповідні нормативні документи (ГОСТи, ДСТУ, ПУЕ), яким відповідає досліджувана шафа, а також на технічні описи та каталоги виробників електричних апаратів та пристроїв, що входять до складу досліджуваної шафи. Завдяки такому рішенню студенти оперативно отримують вичерпну інформацію з даних питань із першоджерел, що суттєво покращує сприйняття та засвоєння ними відповідного теоретичного та практичного матеріалу.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ В ПАКЕТЕ ПРОГРАММ ANSYS MAXWELL

Шайда В.П., Юрьева Е.Ю., Кулиш Я.Р.

***Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков***

Проблема энергосбережения является актуальной для всех стран мира, поэтому в ведущих странах разработаны соответствующие программы для различных отраслей, начиная с бытовых потребителей и заканчивая промышленностью. Значительную часть электроприводов составляют привода на базе асинхронного двигателя (АД). В странах ЕС принят стандарт обозначения энергоэффективности АД – IEC 60034-30, в соответствии с которым выделены 4 класса энергоэффективности. Для того, чтобы иметь возможность продавать свои АД на рынках ЕС, они должны иметь соответствующий уровень КПД. На текущий момент это класс энергоэффективности IE2 при условии использования частотно-регулируемого привода. К сожалению, АД выпускаемые отечественными производителями, имеют КПД ниже уровня IE2. Поэтому в работе была поставлена задача повысить КПД существующего АД серии АИР до уровня IE2. В работе [1] авторами уже проводилась работа в этом направлении – выполнялась оптимизация АД в пакете программ Ansys Maxwell, в качестве критерия оптимальности – КПД. Однако, как было установлено, при этом уменьшается коэффициент мощности двигателя, поэтому было решено выбрать два критерия оптимальности – КПД и коэффициент мощности. Как и в работе [1] исследование проводилось с использованием пакета программ Ansys Maxwell, а для оптимизации – модуль Optimetrics, входящий в этот пакет.

В качестве объекта исследований был выбран АД типа АИР80В4 с номинальными данными: мощность 1,5 кВт, синхронная частота вращения 1500 об./мин, линейное напряжение 380 В, КПД 77,5 %, коэффициент мощности 0,81. Решалась задача повышения КПД АД до 82,8 %, что соответствует уровню энергоэффективности IE2.

В качестве варьируемых переменных были выбраны: длина пакета статора, внутренний диаметр сердечника статора, высота спинки статора и ротора. Был выбран генетический алгоритм оптимизации и критерий оптимальности $\text{КПД} \geq 0,83$ с весовым коэффициентом 1,0 и $\cos\varphi \geq 0,8$ с весовым коэффициентом 0,8. При этом выполняется минимизация целевого параметра cost .

В результате оптимизации удалось повысить КПД двигателя до 82,9 %, а коэффициент мощности – 0,83, т.е. поставленная задача была решена.

Литература:

1. Шайда В.П., Кулиш Я.Р. Оптимизация асинхронного двигателя общего назначения в пакете программ Ansys Maxwell // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: Тези доповідей XXIV Міжнар. наук.-практ. конф., Ч.II (18–20 травня 2016 р., Харків) / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків, НТУ «ХПІ», – С. 124.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАРОК СТАЛЕЙ МАГНИТНЫХ СИСТЕМ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Шевченко В.В., Зубань Е.С.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

К авиационным электрическим машинам предъявляются более высокие требования, чем к общепромышленным. Основными требованиями являются: надежность и безотказность, минимальные габариты и масса, высокая прочность и стойкость, независимость работы от изменяющихся внешних факторов, положения в пространстве и т.п. В работе проведено сравнение железо–кобальтовых (Fe-Co), железо–никелевых (Fe-Ni) сталей с электротехническими сталями. Целью сравнения было установление приоритетной марки стали для двигателей вспомогательных систем летательных аппаратов при условии выполнения указанных выше требований.

Для авиационных двигателей применяют шихтованные сердечники, набранные из листов тонколистовой стали толщиной 0,15-0,20 мм (частота питающего напряжения 400 Гц). Электротехническая сталь давно используется в электротехнической промышленности. Она представляет собой сплав железа с кремнием, содержание которого составляет 0,8 - 4,8% в зависимости от марки. В такие стали для улучшения магнитных характеристик вводят в небольших количествах различные добавки: Mn, Mo, V, Cr, Se и т.д.

Fe-Co сталь (содержит до 40% Co и 7% W) отличается высокой магнитной устойчивостью при механических и температурных воздействиях (сохраняет коэрцитивную силу), поддается ковке, хорошо гнется, имеет меньший удельный вес. Наличие Co в стали позволяет длительно сохранять магнитные свойства при высоких температурах и вибрациях, а также увеличивает сопротивление размагничиванию. Поэтому Fe-Co стали нашли широкое применение в авиационной и космической промышленности. Сплавы, содержащие Co, используются в двигателях, которые работают при высоких температурах, (в электроприводах авиационных турбин). Магнитопровод из Fe-Co стали в 6 раз легче, чем из электротехнической. Эти стали имеют наибольшую индукцию насыщения (до 2,43 Тл); после отжига в магнитном поле, приобретают пониженные потери на гистерезис. Применение материалов с большой индукцией насыщения позволяет значительно снизить размеры и массу магнитопроводов. Однако Fe-Co сплавы имеют недостатки: высокую стоимость и большие потери на перемагничивание. Fe-Ni сплавы содержат до 35-90% Ni и отличаются от электротехнических сталей большей начальной и максимальной проницаемостью, более узкой петлей гистерезиса. Наибольшее значение максимальной проницаемости в Fe-Ni сплавах обнаруживается при содержании в них около 78 % никеля. Наилучшие свойства этих сплавов получают после определенной термической обработке, заключающейся в быстром охлаждении на воздухе. Из проведенного анализа можно сделать вывод, что для авиационных двигателей малой мощности, которые работают при повышенной частоте (400 Гц), с целью снижения потерь и массогабаритных показателей, повышения КПД и надежности следует применять оксидированные Fe-Co стали, толщиной 0,2 мм, штамповку которых следует заменить лазерной нарезкой.

ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК СТАТОРА ТУРБОГЕНЕРАТОРА

Шевченко В.В.¹, Минко А.Н.²

¹Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт»

²Государственное предприятие «УкрНТЦ «Энергосталь», г. Харьков

В работе показано, что при проведении работ по модернизации ТГ необходимо проводить замену и усиление контроля состояния изоляции. Целью работы является исследование возможность применения оптических методов измерений температуры обмотки и стали статора, оценки состояния обмотки после проведения капитальных ремонтов без прямого доступа в зону контроля.

На турбогенераторах, выпускаемых в настоящее время на ГП «Завод «Электротяжмаш», устанавливают системы контроля витковых замыканий обмотки ротора, контроля состояния изоляции обмотки статора (методом частичных разрядов), контроля температуры контактных колец и уровня искрения в аппарате щеткодержателей. Контроль теплового состояния обмотки осуществляется разными способами: с помощью встроенных датчиков температуры, с помощью тепловизоров, путем химического анализа охлаждающего газа, в котором находятся продукты термического разложения изоляции. По концентрации продуктов разложения можно судить о степени превышения температуры изоляции. Контроль местных превышений температуры можно проводить с помощью нанесения термоиндикаторных покрытий или термочувствительных «этикеток».

В ТГ большой мощности возможно применение оптических методов измерений температуры обмотки и стали статора с использованием световолоконной оптики, термочувствительных люминесцирующих покрытий на основе алюмоиттриевых гранатов, активированных ионами *Er* и *Ti* и другими редкоземельными элементами. Проводятся работы по регистрации ультрафиолетовой области спектра для обнаружения поверхностных повреждений полупроводящего покрытия и повышенного загрязнения изоляции обмоток лобовых частей. Контроль загрязнения возможных мест истирания и повреждения изоляции проводится с применением двухволновой камеры контроля ультрафиолетового излучения «короны». Высокая чувствительность измерений в ультрафиолете позволяет обнаруживать повреждения изоляции в глубине пазов без прямого оптического доступа в зону контроля. Это связано с процессом выброса ионизированного газа из области разряда в зону наблюдения, где происходит рекомбинация возбужденных молекул с излучением ультрафиолета. Начинает развиваться диагностика обнаружения тепловых потерь стали статора тепловизионным методом при рабочей индукции («опыт Вестингауза»), а также контроль теплового состояния стали статора методом малого намагничивания. Система контроля ультрафиолетового излучения «короны» может быть использована для определения дефектов в изоляции отдельных стержней, а также оценки состояния обмотки после проведения капитального ремонта.

ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ ПРОЕКТУВАННЯ ЛІНІЙНИХ КОАКСІАЛЬНИХ ДВИГУНІВ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ

Юр'єва О. Ю., Шайда В. П., Скляренко П. С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

На теперішній час сукупність знань про електромеханічні перетворювачі енергії лінійного руху, що використовують постійні магніти в системі збудження, являє собою підрозділи відомостей про основні типи існуючих обертових електричних машин. Такий стан речей робить скрутним пошук і обробку інформації щодо методики проектування особливих типів електричних машин. Використання висококоерцитивних постійних магнітів для створення основного магнітного поля в електромеханічних перетворювачах енергії внесло значні зміни в електромашинобудуванні, з'явилися можливості для появи лінійних коаксіальних двигунів, в яких створюється зворотно-поступовий рух з амплітудою від 1 мм (вібраційні установки) до 1 м (плунжерні насоси).

При отриманні замовлення на проектування двигуна, крім звичних номінальних величин: вихідна потужність, напруга, частота та коефіцієнт потужності мережі, кількість фаз, необхідно визначити величини, які притаманні саме особливостям застосування двигуна: зовнішній діаметр, який визначається місцем розташування двигуна, довжина лінійного пересування та точність позиціонування бігуна, максимально допустима маса двигуна.

Визначення розмірів статора та бігуна з постійними магнітами відбувається за формулами машинної постійної, пристосованої до особливостей конструкції лінійного двигуна [1], та об'єму постійного магніту [2]. Перевіркою правильності визначення розмірів двигуна є розрахунок тягового зусилля на довжині лінійного пересування бігуна [3]. Розміри вважаються остаточно визначеними, якщо величина електромагнітної сили залишається незмінною в межах одного полюсного кроку. За запропонованою методикою було виконано проектування лінійного коаксіального двигуна номінальною потужністю 200 Вт, номінальною напругою мережі 30 В, частотою 5 Гц, довжиною лінійного пересування бігуна 0,8 м. Одержані робочі характеристики двигуна свідчать про правильність запропонованої методики.

Література:

1. Вибір головних розмірів коаксіального лінійного двигуна для занурюваних насосів / І.Н. Карпенко, Е.Ю. Юрьєва // VII Університетська науково-практична студентська конференція магістрантів НТУ «ХПІ» (26–28 березня 2013 року. Текст: матеріали конференції: у 3-х ч. – Ч. 1 – Харків : НТУ «ХПІ», 2013. – С. 224.
2. Балагуров В.А. Электрические машины с постоянными магнитами / В.А. Балагуров, Ф.Ф. Галтеев, А.Н. Ларионов // М. – Л., «Энергия», 1964.
3. Хитерер М.Я. Синхронные электрические машины возвратно-поступательного движения / М.Я. Хитерер, И.Е. Овчинников // СПб.: КОРОНА принт, 2004.

СЕКЦІЯ 10. СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГЕТИЦІ

ПІДВИЩЕННЯ СЕЛЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ ВІД ОДНОФАЗНИХ ЗАМИКАНЬ НА ЗЕМЛЮ

Базилевич М.В., Баран П.М., Кідиба В.П., Сабадаш І.О.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Основним видом замикань, що відбуваються в мережах 6÷10 кВ є дугове однофазне замикання на землю (ОЗЗ). На параметри напруг та струмів при ОЗЗ впливає багато факторів: конфігурація мережі, параметри ліній, параметри дуги і т.д. тому створення захисту, який селективно визначає пошкоджений фідер при ОЗЗ є складною задачею. Розвиток сучасної мікропроцесорної елементної бази дозволив створити пристрої, що селективно визначають пошкоджений фідер при ОЗЗ (наприклад «Альтра32», виробництва ІМСКОЕ). Експлуатація пристроїв «Альтра32» і аналогічних показала, що пристрої селективно визначають пошкоджений фідер (в т.ч. і за дугових ОЗЗ) при встановленні на живлячих підстанціях 110/10 кВ чи подібних. Але застосування пристрої на розподільчих пунктах (РП) міських мереж 6÷10 кВ показало недостатню селективність таких пристроїв. Необхідно було встановити причини недостатньої селективності та запропонувати рішення по її підвищенню. При проведенні досліджень було встановлено, що виробники захистів при розробці принципів функціонування таких захистів орієнтувалися на класичний випадок виникнення ОЗЗ в мережах 6÷10 кВ, описаний в літературі. В літературі описуються протікання ОЗЗ та координати режимів при цьому для випадку простої електричної мережі: така електрична мережа складалася із живлячої підстанції 110/10 кВ (чи подібної) і ліній, що відходять. Не враховувалась наявність РП і можливість встановлення на них пристроїв захисту. Доки селективність захистів було недостатня і основним принципом пошуку приєднання з ОЗЗ був метод «почергових відключень» цього було достатньо. Після експлуатації захистів (із достатньою селективністю) почалося їх впровадження і на РП. Виявилося, що селективність захистів при встановленні їх на РП є недостатньою. Причиною цього є те, що ОЗЗ може виникати не тільки на лініях, що відходять від РП, але й будь-якій лінії всієї частини електричної мережі, яка живиться від підстанції 110/10 кВ. При ОЗЗ на лініях, що відходять від РП, селективність роботи захистів не залежить від наявності інформації про струм ЗІУ лінії живлення і захисти будуть працювати правильно. При виникненні ОЗЗ «за спиною» (в іншій частині мережі) більшість пристроїв буде працювати неправильно – навіть пристрої, що використовують принцип відносного заміру (вони «вибиратимуть» пошкоджене приєднання із приєднань, що відходять від РП). Проведені дослідження показали, що для селективної роботи пристроїв захисту, встановлених на РП, необхідно обробляти інформацію струми ЗІУ не тільки із ліній, що відходять від РП, але і лінії живлення від підстанції 110/10 кВ.

Висновок: для підвищення селективності роботи захистів від ОЗЗ необхідно використовувати інформацію про струм ЗІУ лінії, що живить РП. Нові захисти необхідно перевіряти на селективність при виникненні ОЗЗ не тільки на лініях, що відходять, але і за «за спиною».

УТОЧНЕННЫЙ ПОДХОД К РАСЧЕТУ ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ ПРИ ЯВЛЕНИЯХ НЕЛИНЕЙНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТА

Барбашов И.В., Горелков С.А., Ковриженко Я.Г.

*Национальный технический университет
«Харковский политехнический институт», г. Харьков*

Интенсивное развитие электрификации всех отраслей народного хозяйства, охрана экологической среды обуславливают применение в системе электроснабжения ПС 110 кВ глубокого ввода, располагающихся, как правило, на ограниченных по размерам площадках (не превышающих) 2000 м². Одновременно, рост мощности электрических сетей с эффективно заземленной нейтралью ведет к увеличению токов однофазного короткого замыкания (ОКЗ), стекающих с ЗУ. Проведенные в ХПИ экспериментальные исследования заземлителей различной степени сложности при токах ОКЗ дают основание считать по меньшей мере спорным положение о работе в установившемся режиме ЗУ ПС 110 кВ при коротких замыканиях на землю. Так было экспериментально установлено снижение удельного сопротивления грунта вблизи заземлителей из-за процессов электрических разрядов в грунте и повышения электролитической проводимости. Появилась задача – разработки метода расчета электрических характеристик ограниченных по размерам заземлителей при стекания с них токов ОКЗ. Учет явлений нелинейности электрического сопротивления грунта, проявляющегося в режиме стекания с ЗУ тока ОКЗ, предлагается учитывать введением двух зон электропроводности. Прилегающая к электродам зона электрических разрядов, ограниченная эллипсоидами вращения, на поверхности которых напряженность электрического поля достигает пробивного значения $E_{пр}$, имеет удельное сопротивление пренебрежимо малое по сравнению со значением в исходном состоянии грунта. Располагаемая далее зона повышенной электролитической проводимости включает в себя ряд подзон; в пределах каждой подзоны удельное сопротивление грунта принимается неизменным и определяется из зависимости от плотности тока и времени его протекания. Использование разработанной методики при проектировании ЗУ дает предпосылки упростить конструкцию и снизить металлоемкость ЗУ за счёт повышения достоверности определения сопротивлений и напряжений прикосновения. При разработке алгоритма расчета ЗУ предлагается использование итерационного метода. Начальное приближение включает решение линейной задачи. Затем последовательно уточняются сопротивления и напряжения прикосновения заземлителя при нелинейности удельного сопротивления грунта. Для этого в матрицу собственных и взаимных сопротивлений на каждом шаге вводятся значения сопротивлений элементов ЗУ с учетом явлений электрического разряда в "ближней" зоне и изменения электролитической проводимости в «дальней».

УТОЧНЕННЫЙ ПОДХОД К РАСЧЕТУ РЕЖИМОВ РАЗОМКНУТЫХ И ЗАМКНУТЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Барбашов И.В., Сухина О.Н., Шанюк А.В.
*Национальный технический университет
«Харковский политехнический институт», г. Харьков*

Потребление электроэнергии в электрических системах изменяется при изменении параметров режима системы, т. е. при изменении значения и частоты напряжения, питающего потребителей. Эти изменения отражаются в изменениях потоков мощности в сетях системы, что в свою очередь влияет на распределение напряжений в сети и, в частности, на напряжение на шинах потребителей. Поэтому при расчетах режимов сетей весьма существенное значение имеет учет характеристик нагрузки, отражающих изменение мощности, потребляемой нагрузкой при изменениях подведенного к ней напряжения по значению и частоте. Такие характеристики, называются *статическими характеристиками нагрузки*. Приведенные в литературе [1, 2] так называемые *типовые (обобщенные)* статические характеристики нагрузок, соответствуют некоторым усредненным условиям с точки зрения режимов работы систем и не учитывают особенности статических характеристик нагрузки всех отдельных её потребителей. Таким образом, при расчете режимов электрических сетей стоит задача не только учета статических характеристик нагрузки, но максимально возможного их соответствия конкретному составу нагрузки и схем соединения отдельных потребителей. Последнее может быть достигнуто расчетным путем. Для действующих ПС наиболее точные статические характеристики могут быть получены для тех или иных характерных видов нагрузки по данным натурных испытаний. Располагая статическими характеристиками нагрузок узлов, для расчетов электрической сети необходимо определить так называемые *расчетные нагрузки узлов*, в которых установлены трансформаторы и автотрансформаторы. Это создает необходимость учета всего диапазона изменений коэффициентов трансформации трансформаторов и автотрансформаторов, снабженных устройствами РПН и ПБВ. Удовлетворительное решение может быть предложено в виде расчетной операции – определение расчетных нагрузок узлов электрической сети для условий рассматриваемых режимов сети с учетом требований встречного регулирования напряжения и его стабилизации. Учет перечисленных особенностей уточненных расчетов режимов электрических сетей реализуется в комплексе разработанных компьютерных программ.

Литература:

1. Электрические системы и сети / Н. В. Буслова, В. Н. Винославский, Г. И. Денисенко, В. С. Перхач ; под ред. Г. И. Денисенко. – К. : Вища шк., 1986. – 584 с.
2. Электрические системы. Электрические сети / В. А. Веников, А. А. Глазунов, Л. А. Жуков и др.; под ред. В. А. Веникова, В. А. Строева. – М. : Высш. шк., 1998. – 511 с.

ЗАДАНИЕ НАГРУЗОК ПРИ РАСЧЕТАХ УСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Барбашов И.В., Тюник А.С., Сахарук О.И.

Национальный технический университет

«Харковский политехнический институт», г. Харьков

При расчетах установившихся режимов электрических систем для каждого момента времени основной характеристикой нагрузки являются ее статические характеристики по напряжению $P_n = f(U)$ и $Q_n = f(U)$ [1]. Наиболее полно учесть свойства нагрузки в этих расчетах можно с помощью характеристик, учитывающих состав потребителей каждой конкретной нагрузки. Однако, для большинства проектных расчетов такой уточненный расчет не представляется возможным. В общем случае, при расчетах сетей пользуются обобщенными типовыми характеристиками [1]. Рабочие режимы электрических сетей с учетом обобщенных или действительных характеристик нагрузки рассчитываются обычно в тех случаях, когда отказ от учета этих характеристик может привести к качественно неверному результату. Чаще же в расчетах ограничиваются менее строгим отображением свойств нагрузки. Так при расчетах рабочих режимов электрических сетей нагрузка обычно характеризуется неизменными активной и реактивной мощностями $P_n = \text{const}$ и $Q_n = \text{const}$. При необходимости учета изменения мощности нагрузки в функции напряжения, в ряде случаев нагрузка представляется неизменным током ($I_n = \text{const}$). Изменение напряжения в точке подключения нагрузки при рассматриваемом способе ее представления определяет изменение мощности, поскольку $S_n = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot \dot{I}_n$. Таким образом, достигается определенное качественное соответствие с действительной статической характеристикой нагрузки, определяющей снижение ее мощности при уменьшении напряжения и рост – при повышении напряжения в точке включения нагрузки. При расчетах режимов, для которых характерны значительные изменения напряжения на нагрузках системы, нагрузку удобно представлять параллельно или последовательно соединенными активными и реактивными сопротивлениями. Тогда при параллельном соединении $R_n = U_n^2 / P_n$, $Q_n = U_n^2 / Q_n$, а при последовательном – $R_n = (U_n^2 / S_n) \cdot \cos\varphi_n$, $X_n = (U_n^2 / S_n) \cdot \sin\varphi_n$. Отметим, что при представлении нагрузки неизменными сопротивлениями ее мощность меняется прямо пропорционально квадрату приложенного напряжения. Сопоставление зависимости мощности нагрузки, представленной неизменными сопротивлениями, с типовыми статическими характеристиками комплексной нагрузки показывает близкое совпадение характеристик реактивной мощности в значительно большем диапазоне изменения напряжения, нежели при учете нагрузки постоянной мощностью.

Литература:

1. Электрические системы. Электрические сети. В. А. Веников, А. А. Глазунов, Л. А. Жуков и др. Под ред. В. А. Веникова, В. А. Строева. – М.: Высш. шк., 1998. – 511 с.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ТРИНГОСТІЙКОСТІ ЗШИТОЇ ПОЛІМЕРНОЇ ІЗОЛЯЦІЇ СИЛОВИХ ВИСОКОВОЛЬТНИХ КАБЕЛІВ

Безпрозванних Г.В., Золотарьов В.М., Шевець В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Криза силових високовольтних кабелів енергетичного призначення з термопластичною поліетиленовою ізоляцією щодо підвищення струмових та теплових навантажень призвела до впровадження вулканізованої поліетиленової ізоляції. Але основною проблемою такої ізоляції є утворення в її товщі водяних трингів (ВТ) (рисунок 1, *а*). Необхідність звести до найменшого вмісту води та подавити процес трінгоутворення враховується при конструюванні кабелів та налаштуванні параметрів технологічних режимів на стадії виготовлення високовольтних кабелів зі зшитою поліетиленовою ізоляцією (рисунок 1, *б*).

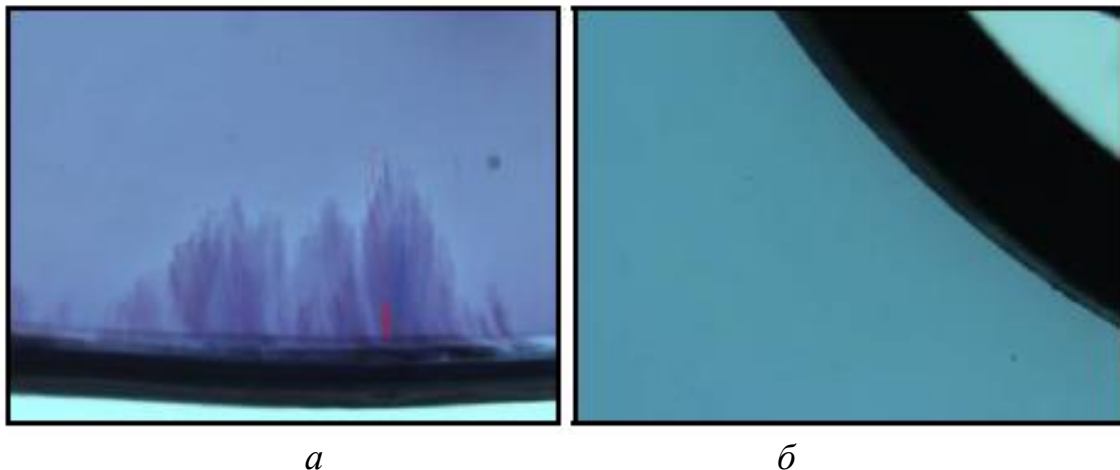


Рисунок 1 – Зшита поліетиленова ізоляція силових високовольтних кабелів, що виготовлені на початку освоєння технології вулканізації з водяними трингками (*а*), та сучасна без ВТ (*б*) [1]

При екструзії вулканізованої поліетиленової ізоляції необхідно забезпечити оптимальну швидкість, що призводить до більш однорідної структури, а значить до зменшення ризику утворення трингів за рахунок технологічних факторів. Для підвищення стійкості до водяних трингів в конструкціях кабелів застосовують водоблокуючі бар'єри у вигляді плівок, ниток, стрічок. Головним фактором, що істотно впливає на виникнення та розростання ВТ, є локальні підвищення напруженості електричного поля в кабелі, обумовлені неоднорідністю поверхні напівпровідних екранів та наявністю пустот і забруднень в ізоляції. Для підвищення однорідності поверхні напівпровідних екранів застосовують ущільнену струмопровідну жилу. При виробництві кабелів необхідно забезпечити максимальну чистоту кабельних полімерних композицій та напівпровідних матеріалів. В кабелях середнього класу напруги (6–35) кВ широко застосовуються так звані

триінгостійкі композиції, що забезпечують зменшення швидкості проростання ВТ, та розробляються спеціальні наноккомпозити з підвищеною стійкістю до утворення водяних трингів. До основних технологічних та конструкторських заходів, що необхідно забезпечити при виготовленні силових кабелів високої напруги зі зшитю поліетиленовою ізоляцією для зменшення вірогідності утворення ВТ, слід віднести: виключення попадання пилю в поліетилен та застосування вуглецевої сажі високої чистоти як при виготовленні кабельної композиції, так і при транспортуванні, загрузці та екструзії; забезпечення накладання напівпровідних екранів на струмопровідну жилу та ізоляцію в один прохід скрізь екструдер при підігріванні струмопровідної жили для зменшення вірогідності утворення повітряних прошарків між ізоляцією та екранами; застосування для зшивки поліетилену сухого середовища; забезпечення достатньо плавного повітряного охолодження під тиском кабелю при виході з екструдера (рисунк 2, криві 2 та 3).

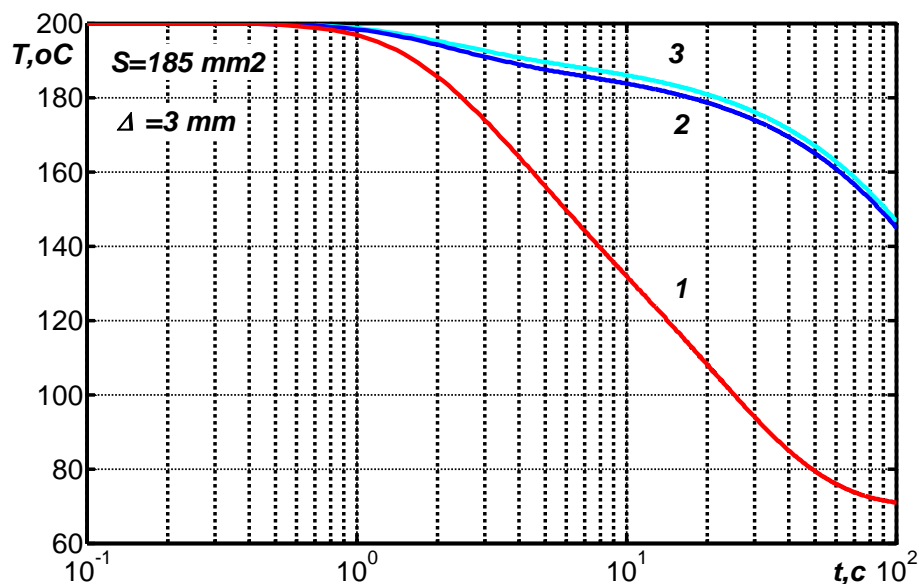


Рисунок 2 – Розподіл температури в центрі зшитої поліетиленової ізоляції силового високовольтного кабелю при виході з екструдера при охолодженні в підігрітій воді (крива 1) та повітрі (криві 2 та 3 – при температурі струмопровідної жили 40 °C та 70 °C відповідно)

Таким чином, настройки технологічного обладнання та обґрунтовані технологічні режими при вулканізації поліетиленової ізоляції силових високовольтних кабелів забезпечують зменшення вмісту залишкової води та вірогідність утворення водяних трингів в силових кабелях на технологічній стадії їх виготовлення.

Література:

1. Hennuy B. New test result with 3 kHz accelerated growth water trees in medium voltage XLPE cables / B. Hennuy, D. Ternet, Q. de Clerck // 21st International Conference on Electricity Distribution (CIRED), Frankfurt, 6-9 June, 2011. – Paper 0679. – 4 p.

ВОЛОКОННО-ОПТИЧНІ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ВІД ЕЛЕКТРИЧНОЇ ДУГИ В КОМПЛЕКТНИХ РОЗПОДІЛЬНИХ ПРИСТРОЯХ

ЕЛЕКТРИЧНИХ ПІДСТАНЦІЙ

Безпрозваних Г.В., Ільченко К.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Статистика пошкоджень обладнання розподільчих електричних мереж напругою 6 – 35 кВ свідчить про те, що найбільш часто виходять з ладу коміртки комплектних розподільних пристроїв (КРП) як внутрішньої, так і зовнішньої установки від впливу електричної дуги. Дугове коротке замикання в відсіках КРП виникає в результаті електричного пробоя ізоляції між двома провідниками або між провідником та землею. Електрична дуга супроводжується виникненням ударної хвилі та виділенням значної кількості теплової енергії, що може стати причиною пошкодження значної частини обладнання. Подача електричної енергії призупиняється, а сам процес відновлення секції може зайняти довготривалий час та потребувати значних затрат. Для ліквідації пошкоджень від дуги в КРП передбачено дуговий захист, в основу якого покладено принцип контролю світлового потоку та струму. Сучасні галузеві нормативно-технічні документи пропонують оснащувати системами дугового захисту всі КРП напругою 6 – 35 кВ. При застосуванні сучасних волоконно-оптичних систем фіксується оптичне випромінювання спалаху світла (рисунк 1), що виникає при дуговому короткому замиканні. Такий підхід дозволяє мінімізувати час спрацьовування вимикача. В якості волоконно-оптичних датчиків застосовуються фототиристори, транзистори, діоди, резистори або волоконно-оптичні лінії. Найбільш розповсюджені два типи волоконно-оптичних сенсорів, що відрізняються чутливими елементами.

Амплітуда, в.о.

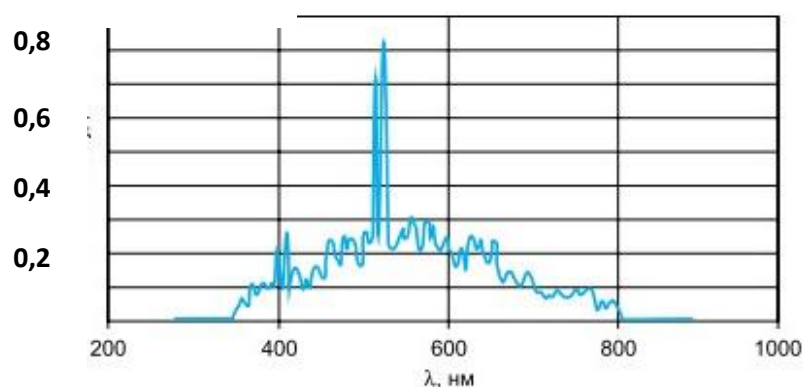


Рисунок 1 – Спектр оптичного випромінювання спалаху електричної дуги

У випадку застосування точкового датчику лінзового типу випромінювання спалаху збирається ширококутовим приймачем оптичного випромінювання на основі двохлінзової системи, розміщеної на торці волоконно-оптичного кабелю. Іншим типом волоконно-оптичного датчику є волоконно-оптична лінія на основі багатомодового полімерного оптичного

волокна (ПОВ) (рисунок 2) в прозорій вогнестійкій полімерній оболонці (так званий лінійний датчик), що реєструє спалах дуги (світло) всією своєю поверхнею. В такому датчику полімерне оптичне волокно, числова апертура (NA) котрого становить 0,5 (для порівняння: в кварцовому багатомодовому оптичному волокні з градієнтним профілем показника заломлення $NA=0.25 - 0.27$), сприяє захвату значної частини світла, що падає на його поверхню. Оптичне перетворення випромінювання дуги та перевірка цілісності волокна здійснюється за допомогою оптичного приймача-передавача, в склад котрого входить світлодіод (LED) для передачі тестового сигналу. Для забезпечення дальності передачі у разі віддаленого управління сенсором робоча довжина хвилі LED повинна відповідати довжині хвилі мінімального коефіцієнту загасання ПОВ. Приймальна частина трансивера включає PIN-фотодіод та трансімпедансний підсилювач.

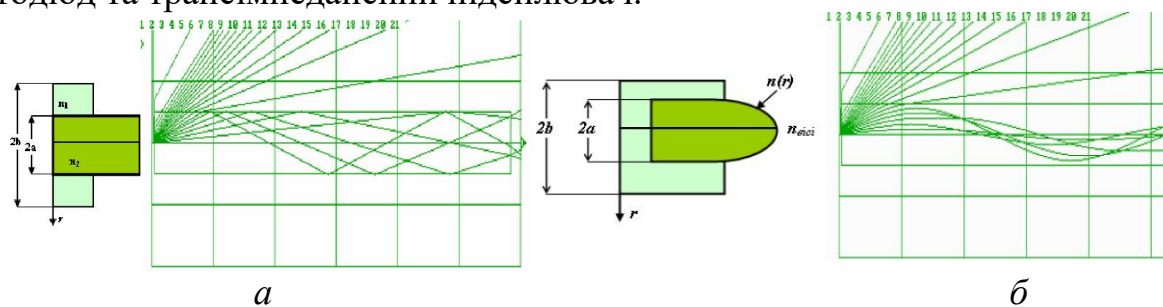


Рисунок 2 – Моделювання траєкторії світлових променів в багатомодових оптичних волокнах зі ступінчастим (а) та градієнтним (б) профілем фазового показника заломлення

Діаметр осердя ($2a$) ПОВ знаходиться в діапазоні від 200 до 920 мкм, а оболонки ($2b$) – зазвичай на 20 – 50 мкм більше за діаметр осердя. Найбільш широко в якості матеріалу осердя ПОВ застосовуються поліметилметаакрилат (ПММА або технічна назва – органічне скло). ПММА має відносно слабе поглинання світла в видимому оптичному діапазоні довжин хвиль, в якому спостерігається спалах світла від дугового замикання (див. рисунок 1) в порівнянні з полістиролом та полікарбонатом (в останньому коефіцієнт загасання становить 600 дБ/км на довжині хвилі 770 нм).

Таким чином, дугові короткі замикання, що все частіше стають серйозною проблемою при експлуатації електричних підстанцій, потребують впровадження високоефективних, завадостійких, високочутливих та швидкодіючих волоконно-оптичних систем захисту від електричної дуги в комплектних розподільних пристроях. При застосуванні лінзового сенсору слід застосовувати відрізки градієнтного багатомодового волокна товщиною 150 – 200 мкм, що виконують роль фокусуючої лінзи для узгодження вводу оптичного випромінювання з лінзи в волоконно-оптичний кабель (рисунок 2 б). При застосуванні в якості чутливого елементу волоконно-оптичного кабелю перевагу слід віддавати ПОВ зі ступінчастим профілем показника заломлення (див. рисунок 2 а): в такому волокні розповсюджується більше променів (мод) в порівнянні з градієнтним, що підвищує чутливість сенсора з таким волокном.

ПОВЫШЕНИЕ «ИНТЕЛЛЕКТА» ПРОЕКТИРУЕМЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Бондаренко В.Е., Черкашина В.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Одним из вариантов, позволяющим повысить "интеллект" проектируемых воздушных линий (ВЛ), является волоконно-оптическая система мониторинга (ВОСМ), которая состоит из 3-х основных компонентов: анализатора, оптоволоконного кабеля и специализированного программного обеспечения [1]. Контрольно-измерительным элементом ВОСМ является вмонтированный в фазный провод оптоволоконный кабель (ОКФП). Количество волокон в ОКФП зависит от класса напряжения ВЛ. Одно из них представляет собой распределенный датчик для контроля и измерения параметров ВЛ в реальном времени. Физический принцип действия ВОСМ ВЛ основан на эффектах Рамана и Бриллюэна [2]. Согласно [2] пороговая мощность рассеяния Бриллюэна выше пороговой мощности рассеяния Рамана, что позволяет использовать одно оптическое волокно как распределенный датчик в ВОСМ ВЛ. А симбиоз этих эффектов позволяет одним оптическим волокном ОКФП контролировать техническое состояние и проводить непрерывный температурный мониторинг ВЛ по всей длине трассы для оптимизации перетоков мощности и более эффективного управления режимами работы электрических сетей в реальном времени. При выборе ВОСМ ВЛ необходимо учитывать: климатические условия; рабочее напряжение и конструкцию ВЛ; рельеф местности; наличие пересечений; количество волокон оптоволоконного кабеля. Несмотря на то, что ВОСМ увеличивает инвестиции в ВЛ положительный экономический эффект достигается за счет возможности оптимального управления технологическими процессами в электрических сетях в реальном времени и использовании свободных волокон как информационных каналов, что также расширяет функциональные возможности ВЛ и не противоречит Программе реформирования и развития энергетического сектора Украины [3].

Таким образом, реализация ВОСМ позволяет проектировать линии электропередачи как активно-адаптивные объекты, соответствующие "интеллектуализации" электрических сетей.

Литература:

1. <http://www.omnisens.com/ditest/> DITEST STA-R series fiber optic distributed strain and temperature analyzer.
2. Иванов А.Б. Волоконная оптика. Компоненты, системы передачи, измерения. – М.: Syrus Systems, 1999. – 672 с.
3. Енергетична стратегія України до 2035 року "Безпека, Енергоефективність, Конкурентоспроможність" / Проект програми – Київ, 2016 – 97 с.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ МАСЕЛ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ МНОЖЕСТВЕННОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ

Бондаренко В.Е., Шутенко О.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Оценка состояния изоляции, особенно в области, допустимых значений показателей, является актуальной и практически значимой задачей, решение которой, позволяет перейти на ремонт и обслуживание оборудования не по календарному сроку, а по техническому состоянию, а также выполнять прогнозирование технического состояния. Для описания процессов окисления масел предложено использовать регрессионную модель вида:

$$\hat{t} = \sum_{i=1}^p f(x_i) \quad (1)$$

где: \hat{t} – длительность эксплуатации трансформаторных масел, определяемая по регрессионной модели; p – количество показателей качества масел (регрессоров); $f(x_i)$ – зависимости длительности эксплуатации масел от значений показателей качества масел.

Зависимости показателей качества трансформаторных масел от длительности эксплуатации имеют сложный, нелинейный характер, и как показано в [1] существенно отличаются, в зависимости от загрузки трансформаторов, сорта и качества масел. Выполненный анализ показал, что наибольшую достоверность аппроксимации можно получить, используя квадратичный полином. При обучении модели регрессоры подставлялись в уравнение по мере убывания значения обратного корреляционного отношения значения показателей на длительность эксплуатации [2]. Показатели подставлялись в уравнения до достижения глобального максимума меры согласия $-\bar{R}_p^2$ [2]. Для трансформаторов с загрузкой 60-70%, залитых маслом Т-1500 регрессионная модель имеет вид:

$$t = -4,559 + 240,952 p_1 - 1456,033 p_1^2 + 2,467 p_2 - 0,264 p_2^2 + 5,472 p_3 - 0,0456 p_3^2 \quad (2)$$

где: t – расчетное время старения; p_1 – текущее значение кислотного числа масла; p_2 – текущее значение цвета масла; p_3 – текущее значение тангенса угла диэлектрических потерь масла при 90°C;

Литература:

1. Шутенко О.В. Исследование особенностей старения трансформаторных масел в условиях длительной эксплуатации /О.В. Шутенко// Вісник НТУ «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2010. – №36. – С. 131–141.
2. Шутенко О.В. Оценка степени окисления трансформаторных масел с помощью модели множественной нелинейной регрессии. /О.В. Шутенко, Баклай Д.Н. // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2011. – №16. – С. 192–200.

**УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯМ ЯК ІНСТРУМЕНТ
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ В
ОБ'ЄДНАНІЙ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІЙ СИСТЕМІ УКРАЇНИ**

Веремійчук Ю.А.¹, Гончаренко І.С.², Лисенко О.М.³, Черкашина Г.І.⁴

¹ Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», ² Інститут електродинаміки

Національної академії наук України, ³ Інститут технічної теплофізики

Національної академії наук України, м. Київ;

⁴ Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Технологічна особливість енергетичних систем обумовлює необхідність збереження балансу активної потужності, що виробляється та споживається. У разі порушення балансу виникають системні аварії через порушення стійкості.

Традиційно баланс активної потужності в об'єднаній енергосистемі (ОЕС) забезпечується за рахунок резерву генеруючих потужностей, що здатні до маневрування. За умови збільшення нерівномірності графіка електричного навантаження (ГЕН) такий спосіб збереження балансу є достатньо витратним та обмеженим по можливостям (призводить до інтенсивного зносу обладнання та додаткових витрат палива на вироблену одиницю електричної енергії ТЕС). Таким чином, серед споживачів електричної енергії, які суттєво впливали на ГЕН ОЕС, а саме промислових споживачів, були виділені так звані споживачі-регулятори (СР), які у конкретний момент часу мали можливість відключитися від мережі живлення без зниження та зміни номенклатури продукції, що випускається на підприємстві для відпрацювання примусового графіку електроспоживання (шлях вирівнювання ГЕН в 3 рази дешевший за варіант вводу нових пікових потужностей).

На сьогодні спостерігається стабільне зростання об'ємів споживання електричної енергії побутовими споживачами. Для прикладу, у 2005 частка споживання ЕЕ населенням складала 19 %, у 2014 р ця частка вже складає 30 %, а коефіцієнт заповнення добового ГЕН на вводі багатоповерхових житлових будинків знаходиться в межах від 0,35 до 0,5. Це призводить до збільшення нерівномірності ГЕН ОЕС України, та викликає необхідність виділення побутових СР та отримання можливості керування ними з метою регулювання режимів ОЕС.

Виходячи з вищесказаного, визначається необхідність отримання можливості комплексного управління електричним навантаженням в ОЕС України, як складової частини підвищення якості її роботи та енергоефективності.

ВПЛИВ ФАКТОРІВ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА РОБОТУ ПРИБАДІВ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Волохін В.В., Дяговченко І.М., Панкевич С.В.

*Сумський державний університет,
м. Суми*

На точність показань лічильника, як і будь-якого вимірювального приладу, впливають фактори зовнішнього середовища (температура, вологість, хімічний склад повітря, вібрації тощо). Тому до місця розміщення приладів обліку пред'являються певні вимоги.

Приміщення, де встановлюються лічильники індукційного типу, повинні бути сухими, опалювальними, температура в них не повинна перевищувати +40 °С, повітря не повинне містити агресивних домішок [1]. Вимоги до приміщень для встановлення електронних приладів обліку регламентуються в ПУЕ.

Допускається розміщення лічильників в неопалюваних приміщеннях, шафах зовнішньої установки, коридорах розподільних пристроїв. При цьому має бути передбачене їх стаціонарне утеплення. З цією метою лічильники поміщають в шафи або закривають ковпаками, які забезпечені обігрівачами. Їх виготовляють з негорючого теплоізоляційного матеріалу або із заліза, покритого всередині листовим азбестом. Для спостереження за обертанням диску і зняття показів в ковпаку робиться скляне віконце. Між лічильником і нагрівальним елементом необхідний зазор не менше 3 см для запобігання вигорання карболітової кришки. Обігрів включається при від'ємних температурах [1].

При зміні температури навколишнього середовища в більшості випадків доводиться рахуватися з впливом від'ємної температури. При від'ємній температурі близько 15 °С недооблік енергії може доходити до 2-3 %. Зростання негативної похибки пояснюється, в основному, зміною магнітної проникності гальмівного магніту. При більш низьких температурах у лічильниках, які мають змащені опори, може статися згущення масла. Тоді при навантаженні менше 50 % похибка лічильника різко зростає.

В [2] показано, що температура та вологість можуть впливати на роботу сучасних лічильників електроенергії, які використовуються в Smart Grids, збільшуючи їх похибку. Крім цього, зменшується термін експлуатації лічильників. Розглядалася функція розподілу часу Вейбулла.

Література:

1. Труб И. И. Обслуживание индукционных счетчиков и цепей учета в электроустановках / Труб И. И. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 80 с.
2. Z. Yang. Smart electricity meter reliability prediction based on accelerated degradation testing and modeling / Z. Yang, Y. X. Chen, Y. F. Li, E. Zio, R. Kang // Electrical Power and Energy Systems – 2014. – № 56. – с. 209-219.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ SMART GRID В УКРАЇНІ

Волохін В.В., Пархоменко Б.М., Юнак Р.М.

*Сумський державний університет,
м. Суми*

Smart Grid (інтелектуальна мережа) – це назва глобальної технології розвитку електроенергетичної системи. Для цього терміну на даний час немає єдиного визначення і більшість спеціалістів розуміють і трактують його по-своєму, кожен дотримується своєї точки зору. Дати приблизне визначення інтелектуальним мережам можна, виходячи з мети створення мереж та технологій, які підлягають під поняття інтелектуальна мережа.

Метою створення Smart Grid, як правило, можуть виступати наступні фактори:

- підвищення якості електропостачання та збереження надійності роботи електричних мереж;
- раціональне та економічне використання електроенергії.

Технологічна основа Smart Grid базується на аналізі розвитку концепцій світу, тому можна виділити такі складові частини, які в певній мірі визначають напрямок розвитку інтелектуальних мереж:

- ведення обліку електроенергії;
- автоматизація розподільчих мереж;
- управління станом електротехнічного обладнання та моніторинг робочих процесів в електричній мережі.

Таким чином, використання «розумної» мережі дозволить збільшити об'єм передачі електроенергії на 15-20% без будівництва додаткових мереж, а також ефективно використовувати електроенергію, зменшити втрати електроенергії (а, отже, і вартість комунальних послуг) та час аварійного відключення. В той же час, Smart Grid може надати суттєву допомогу у виявленні пошкоджень в мережі та крадіжки електроенергії.

Не зважаючи на вагомі переваги Smart мереж існують критичні проблеми, які заслуговують значної уваги. Найважливішими з них є:

- висока собівартість і великий термін окупності Smart Grid;
- складність підключення обладнання різних виробників і споживачів в єдину систему;
- переатестація та підвищення кваліфікаційного рівня робітників, які будуть обслуговувати дані мережі.

Сьогодні з'явилась унікальна можливість трансформувати всю застарілу систему електропостачання, яку можна реалізувати за допомогою створення інтелектуальної енергетичної інфраструктури.

Література:

1. J. Torriti, Demand Side Management for the European Supergrid // Energy Policy – 2012. – vol. 44. – pp. 199-206.
2. J. Momoh, Smart Grid: Fundamentals of Design and Analysis / J. Momoh. – Wiley-IEEE Press, April 2012. – 232 p.

АНАЛИЗ ВЫСШИХ ГАРМОНИК НАПРЯЖЕНИЯ В ТРЕХФАЗНЫХ СЕТЯХ

Гапон Д.А., Иерусалимова Т.С., Дяченко А.В., Швец С.В.

***Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков***

Исследования качества электрической энергии проводилось в системах электроснабжения общего назначения. Измерения проводились анализатором напряжений и токов в электрических сетях «АНТЭС-АК-3Ф», у которого класс точности 0,5 [1]. Все измерения качества электропотребления проводились на границе балансовой принадлежности между поставщиком и потребителем электрической энергии. Такое распределение позволяет определить, источник ухудшения качества электрической энергии. В электроэнергетике выработка и потребление электроэнергии осуществляется одновременно. Чаще всего потребители являются источниками ухудшения качества электрической энергии, загрязняя электрические сети высшими гармониками.

В энергорынке Украины поставщики электроэнергии и потребители выступают, как равные партнеры распределения и потребления электроэнергии. Поэтому вопросы качества электрической энергии имеют существенное значение при потреблении электроэнергии. Энергетические компании несут ответственность перед потребителями и, наоборот, за невыполнение обязательств по договорам, в которых прописаны пункты ответственности сторон за надежность электроснабжения и качество электрической энергии в соответствии с нормативными документами. Отклонения показателей качества от требований потребитель несет экономические убытки, обусловленные низким качеством электрической энергии. При этом энергетическая компания также несет экономические ущербы. Для определения соответствия показателей качества электрической энергии нормированным значениям были проведены исследования на границе балансовой принадлежности между поставщиком и потребителем энергетической энергии. Основным потребителем завода являются дугосталиплавильные печи, подключенные к двум секциям шин главной понизительной подстанции 110/10 кВ и являются источником высших гармоник.

Литература:

1. Сокол Е. И. Качество электрической энергии Том 2 Контроль качества электрической энергии / Сокол Е. И., Гриб О.Г., Жаркин А. Ф., Васильченко В. И., Тесик Ю.Ф., Ущаповский К. В., Светелик А.Д., Гапон Д. А., Громадский Ю.С., Иерусалимова Т.С. др. - ПП «Граф-Ікс». Харьков: 2014г.-244 с.

ПОТЕНЦІАЛ РІЧОК ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА МІНІ-ГЕС

Головешко О.С, Терещенко А.М, Червоненко І.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Останнім часом світовою тенденцією в енергетиці є скорочення використання викопних ресурсів. І для України, особливо за останні кілька років, це питання стало особливо актуальним, оскільки вугілля і газу власного видобутку нам не вистачає, а ціна на імпортне паливо постійно зростає. Тому це сприяє динамічному розвитку електростанцій, які працюють на відновлюваних джерелах енергії, а саме вітрових, сонячних, біоелектричних електростанцій та малих ГЕС. Перевагами використання малої гідроенергетики є екологічність цих електростанцій, пов'язана з тим, що міні-ГЕС позбавлені головного недоліку своїх великих аналогів – затоплення значних територій, та підвищення енергетичної безпеки країни за рахунок зменшення імпорту енергетичних ресурсів. Можливість використання малих гідроресурсів для вироблення електроенергії ми розглянемо на прикладі основних річок Харкова і Харківської області, а саме р. Харків, р. Лопань, р. Уди, р. Сіверський Донець. Варто зазначити, що в межах Харкова нараховується 7 великих гребель і з десяток малих дамб з регульованим водостоком. В Харківській області налічується декілька сотень різноманітних дамб і гребель, які вже побудовані, а території водосховищ вже затоплені для потреб зрошування, рибного господарства, водопостачання тощо. Використання міні-ГЕС забезпечить часткову або повну автономність об'єктів промисловості, фермерства, домогосподарств. Близькість генеруючих потужностей до споживача мінімізує втрати на передачу. Для того, щоб не порушувати вже існуючий водотік, ми пропонуємо використовувати існуючі гідротехнічні споруди для будівництва міні-ГЕС. Зокрема на р. Лопань існує Гончарівська гребля. Напір до 3 м, середньорічний стік, зважаючи на різні особливості русла, мінімально допустимі витрати води на греблі в цій точці порядку $2,24 \text{ м}^3/\text{с}$. Попередні розрахунки показали, що потенціал річки в цій точці становить до 60 кВт з урахуванням середнього ККД установки (див. табл.).

Таблиця – Енергетичний потенціал річок Харківської області

Гребля	Назва ріки	Середньорічний водостік, $\text{м}^3/\text{с}$	Максимальний напір, м	Розрахунковий потенціал, кВт
Гончарівська	Лопань	2,24	3	60,04
Журавлівська	Харків	2,63	2,1	49,35
Новобаварська	Уди	1,8	1,5	24,12
Артемівська	Сів.Донець	24,5	5,1	1 116,42

Проведені розрахунки підтверджують наявність суттєвого потенціалу для будівництва міні-ГЕС в Харківській області. З урахуванням діючого «зеленого тарифу» ці проекти є економічно привабливими для інвесторів.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЭНЕРГОСИСТЕМ НА БАЗЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

**Гриб О.Г., Зуев А.А., Шевченко С.Ю., Иерусалимова Т.С.,
Швец С.В.**

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Основным компонентом дистанционной системы мониторинга являются БПЛА. Под беспилотным летательным аппаратом (БПЛА) понимается летательный аппарат, полет которого происходит под контролем или непосредственным управлением оператора расположенного в наземном (или воздушном) пункте управления, с использованием двусторонних каналов связи, либо при помощи автопилота согласно полетному заданию. В последнее время БПЛА применяются при решении во все большего и большего количества задач в различных областях человеческой деятельности, начиная с исследования космоса и военного дела, заканчивая сельским хозяйством. Это обусловлено наличием ряда существенных преимуществ такого вида летательных аппаратов: отсутствие экипажа, небольшая стоимость и низкие эксплуатационные затраты. Вместе со значительным прогрессом в развитии вычислительной техники и особенно ее миниатюризации и энергоэффективности, а также с развитием и практическим применением новых алгоритмов и методов применение БПЛА позволяет повысить эффективность решения сложных научно-практических задач, связанных с логистикой, мониторингом, контролем и безопасностью.

Применительно к сфере энергетики, БПЛА позволяют решать следующие задачи: оценка состояния ЛЭП; аэрофотосъемка ЛЭП, мачт и линий электропередачи; тепловизионный контроль силовых элементов ЛЭП; измерение провиса проводов; контроль допустимой высоты деревьев в зоне прохождения высоковольтных линий; анализ зарастания коридоров; идентификация несанкционированных строительных площадок в защитной полосе; съемка новых маршрутов линий электропередач и прилегающей территории и создание цифровой модели рельефа; оперативное создание фотоплана мест строительства энергообъектов; анализ повреждений, аварий; предсказание и моделирование природных воздействий [1].

Наиболее распространены БПЛА самолетного и мультикоптерного (вертолетного) типов. Каждый из них лучше решает определенный круг задач.

Литература:

1. Митин М. Д. Современные тенденции развития отрасли беспилотных летательных аппаратов / М. Д. Митин, Д. Б. Никольский. - GEOMATICS №4. Данные дистанционного зондирования. 2013. с. 27-31.

**ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ПОЛИМЕРНОЙ ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЕЙ**

Гурин А.Г., Штефанюк С.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В работе рассмотрены вопросы создания генератора импульсов сильного магнитного поля для повышения адгезионных и прочностных свойств изоляционных и полупроводящих слоев силовых высоковольтных кабелей. Магнитная обработка полиэтилена сопровождается фиксацией текстуры возникающей в расплаве под влиянием магнитного поля. Эта перестройка заключается как в упорядочении макромолекул в аморфных областях, так и в росте надмолекулярных образований кристаллитов. Данный процесс позволяет повысить механическую прочность конструкции изоляции кабеля за счет повышения микротвердости материала изоляции.

Магнитная обработка улучшает адгезионные свойства полупроводящих слоев кабеля с основной полиэтиленовой изоляцией, так как способствует дальнейшему развитию незавершенных релаксационных процессов, возникающих в результате перепадов давления и скорости наложения изоляции по технологии изготовления, наличия температурных градиентов.

При проектировании генератора были учтены следующие требования:

1. Напряженность магнитного поля по оси соленоида должна достигать величин порядка $(50 - 70) \cdot 10^3$ А/м.
2. Действие магнитного поля должно быть направлено вдоль оси кабеля.
3. Действие магнитного поля на изоляцию в виде импульсов должно быть продолжительностью от 1 до 20 с.
4. Малая индуктивность разрядного контура достигается применением многоканальной системы.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА СТАРЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА

Давиденко И.В., Альмухаметов И.И.
*Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург*

Качество трансформаторного масла оказывает прямое влияние на состояние твердой изоляции, следовательно, и на его остаточный ресурс. В существующих нормативные документы РФ и Украины регламентируют значения параметров качества масла, не учитывая их взаимного влияния. В работе [1] авторы исследовали парную корреляцию 6 различных показателей качества масла, а также факторы, влияющие на силу парной корреляции.

В данной статье решается задача нахождения математической модели, описывающей сразу несколько процессов, характеризующих старение масла. Это процессы окисления, загрязнения масла, увлажнения, а также образования в нем коллоидных соединений. В предлагаемой нами математической модели, описывающей механизм старения, присутствуют параметры масла, характеризующие эти процессы: кислотное число (КОН), пробивное напряжение ($U_{пр}$), влагосодержание (H_2O), тангенс диэлектрических потерь масла при нагреве до $70^{\circ}C$ ($tg70^{\circ}C$).

В качестве исходных данных использовались результаты испытаний трансформаторного масла АО «Тюменьэнерго», собранной в базе данных экспертной системы «Альбатрос». Мощность выборки для класса напряжения 110кВ составила- 2757 результатов анализа.

Для построения математической модели использовался факторный анализ. Так как взаимное влияние исследуемых показателей качества масла меняется в зависимости от срока наработки, то для каждого периода эксплуатации строилась своя модель. Например, для срока использования масла от 12 до 18 лет получена следующая модель:

$$Y=0,834 \cdot H_2O-0,454 \cdot U_{пр}+0,507 \cdot КОН+0,402 \cdot tg70.$$

Полученная модель показывает важность каждого из рассматриваемых показателей для качества масла, с учетом их взаимного влияния.

Выводы: Полученная модель, описывающая механизм старения масла, может быть положена в основу интегральной оценки технического состояния масла, а также оптимизировать алгоритм принятия решений по объему и срокам ремонтных мероприятий по восстановлению масла.

Литература:

1. Давиденко И.В., Альмухаметов И.И. Исследование взаимного влияния параметров трансформаторного масла // Первая научно-техническая конференция молодых ученых Уральского энергетического института 16-20 мая 2016

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РАСТВОРИМОСТЬ ГАЗОВ В ТРАНСФОРМАТОРНОМ МАСЛЕ

Давиденко И.В., Кузина Т.С.

Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург

В работе рассмотрены методы определения коэффициентов растворимости газов, содержащихся в трансформаторном масле, авторов источников [1-5], а также проанализированы факторы, влияющие на их значения. Значения коэффициентов растворимости газов в трансформаторном масле и влияние на их величины различных факторов важны для оценки состояния высоковольтного маслонаполненного оборудования и корректной интерпретации результатов анализа растворенных газов, в том числе из газа и масла газового реле. Авторы источников [1-5] приводят свои зависимости коэффициентов растворимости диагностических газов от температуры масла. При этом наблюдается разница как в списке газов, имеющих прямую и обратную зависимости от температуры, так и в характере и силе этой зависимости. По данным автора [3] в температурном диапазоне 0-80°C водород увеличивает свою растворимость на 80%, а этан уменьшает на 66%. По данным же авторов [1], исследующих марки масел, применяемых в отечественном оборудовании, водород снижает свою растворимость для этого температурного диапазона на 48%. Не мало подобных расхождений между данными авторов [1,3] и международным стандартом [2].

Чем можно объяснить такое расхождение? Авторы [4] показывают влияние давления на растворимость газов. Авторы [5] замечают, что на величину коэффициентов растворимости влияют марка масла, а также степень его старения. Кроме того, различные методики определения коэффициента растворимости газов в жидкой среде могут давать разный результат

Литература:

1. В.В. Бузаев, Л.А. Дарьян, Ю.М. Сапожников Уточнение коэффициентов растворимости содержащихся в трансформаторном масле газов // Электрические станции. – 2006. – № 12. – С. 58–63;
2. International Standard IEC 567, Second edition, «Guide for sampling of gases and of oil from oil-filled electrical equipment and for the analysis of free and dissolved gases», Geneva, 1992.
3. Joseph B. Digiorgio Dissolved Gas Analysis of Mineral Oil Insulating Fluids, <http://www.nttworldwide.com/tech2102.htm>.
4. Липштейн Р. А. Трансформаторное масло – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 296 с.;
5. Б.В. Иоффе., М.И. Косткина, А.Г. Витенберг Коэффициенты распределения и растворимость газов в трансформаторных маслах // Журнал прикладной химии. – 1980. – №10. – С. 2280.

ОСОБЛИВОСТІ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

Довгалюк О.М., Аветчин М.Ю.

***Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м Харків***

Вирішенню задач оптимізації режимів роботи енергосистем приділяється значна увага протягом всього часу їх існування, а з розвитком та розширенням енергосистем потреба в оптимізації режимів ставала щораз гострішою. Для цього розроблялись та вдосконалювались методи оптимізації, їх алгоритмічна та програмна реалізація. В даний час для розв'язання все складніших оптимізаційних задач використовуються математичні методи, що базуються на лінійному та нелінійному, динамічному та стохастичному програмуванні, причому їх застосування в своїй основі містить системний підхід.

Застосування сучасних швидкодіючих електронних обчислювальних машин, практично не обмежених по пам'яті, дозволяє ефективно розв'язувати будь-які оптимізаційні задачі сучасної енергетики під загальним керівництвом диспетчера. Це дає змогу створювати ефективні автоматизовані системи керування як окремими об'єктами енергетики, так і об'єднаннями енергосистем у цілому в масштабах всієї країни. Оптимальне управління режимами електроенергетичної системи (ЕЕС) полягає в тому, щоб за розглянутий період забезпечити надійне постачання споживачів електроенергією необхідної якості при мінімальних витратах. Оптимальне управління режимами ЕЕС досягається різними способами: шляхом вибору конфігурації електричних мереж; вибором складу включеного в роботу обладнання; управлінням параметрами режиму енергосистеми. Виняткова складність оптимального управління режимами визначається не тільки великою кількістю керованих елементів, а й тим, що значення різних регульованих параметрів потрібно підтримувати оптимальними на великій території. ЕЕС відносяться до керованих системам, причому управління є необхідною умовою їх нормального функціонування. Саме тому при вирішенні задач оптимізації обов'язковим є врахування ієрархії в просторі та часі, а також ситуативної ієрархії. Декомпозиція на основі ієрархії не знімає всі труднощі у розв'язанні задач оптимізації, тому додатково використовуються спрощення. Методи оптимізації розвивались та вдосконалювались разом з розвитком енергетики в цілому. У більшості випадків практичних задач енергетики екстремум цільової функції приходиться шукати при певних граничних значеннях аргументів, які виступають у вигляді рівностей (баланс активної та реактивної потужностей тощо) чи нерівностей (потужність генераторів змінюється від мінімальної до максимальної тощо).

При оптимізації режимів ЕЕС найбільше поширення одержали метод множників Лагранжа і градієнтні методи. Також використовується метод динамічного програмування і деякі інші. В даний час розробляються альтернативні алгоритми оптимізації режимів, зокрема, з використанням методів нечіткої логіки та еволюційних алгоритмів.

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКИ В УКРАИНЕ

Довгалюк О.Н., Безкостный П.И.

***Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков***

Солнечная энергия относится к так называемым возобновляемым или «зеленым» видам энергии, которые, по человеческим меркам, являются неисчерпаемыми. Территория Украины – зона средней интенсивности солнечной радиации. В то же время в нашей стране больше солнечных часов в год, чем в половине стран ЕС, что делает ее очень привлекательной в плане инвестиций в местную гелиоэнергетику. Однако величина солнечной радиации колеблется в зависимости от координат местности, характеристик атмосферы и поверхности, времени суток и сезона. По этой причине годовой объем солнечного излучения на один квадратный метр земли существенно отличается в разных областях Украины.

В современной солнечной энергетике любой страны, в том числе и Украины, можно выделить два основных направления: солнечная теплоэнергетика, использующая солнечную энергию для получения теплоты, а также солнечная электроэнергетика, использующая солнечную энергию для выработки электроэнергии. Уникальной особенностью производства солнечной энергии в Германии является то, что 90% всех панелей расположены на крышах домов. На эту особенность стоит обратить внимание Украине, так как данное решение может позволить нашей стране уменьшить нагрузку на распределительные сети. Благодаря изменениям в украинском законодательстве граждане наравне с организациями могут продавать энергию, генерируемую их альтернативным источником, по специальным «зеленым» тарифам. «Зеленый» тариф – это особая тарифная сетка, согласно которой правительство от имени государственной компании «Энергорынок» приобретает у коммерческих организаций и частных лиц электрическую энергию, генерированную с применением восстанавливаемых источников – солнца (солнечные панели), ветра (ветряки), биологических веществ (биотопливо), а также воды (небольших гидроэлектростанций). Такой тариф на солнечную электроэнергию от частных лиц обеспечивает возможность оптимальной эксплуатации конструкций солнечных батарей для снабжения электричеством жилых строений и повышения их рентабельности. Владелец индивидуальных домов государство всегда платит за избыток электроэнергии, поставленный в электрическую сеть. В мире уже сегодня солнечная энергетика весьма интенсивно развивается и занимает заметное место в топливно-энергетическом комплексе ряда стран. В Украине имеются достаточно благоприятные условия для использования солнечной энергии и принимаются на государственном уровне законы, которые дают существенную поддержку развитию солнечной энергетике, без принятия которых использование энергии Солнца было бы практически невозможно, особенно на начальных этапах становления.

ВПЛИВ РЕЗОНАНСНОГО ТРАНСФОРМАТОРА НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНІЙ МЕРЕЖІ

Довгалюк О.М., Лухтура М.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м Харків

У зв'язку із збільшенням кількості нелінійних високочастотних та інших електроприймачів, які живляться від електричних мереж загального призначення та спричиняють значний вплив на якість електричної енергії (ЯЕ), виникає необхідність дослідження показників якості електричної енергії (ПЯЕ) в такій мережі та розробки заходів щодо її поліпшення. Останнім часом зростає кількість таких електроприймачів з нелінійними вольт-амперними характеристиками, як високочастотні резонансні трансформатори (ВРТ) або трансформатори Тесла. Вони використовуються для озонування повітря та для інших цілей і живляться від електричних мереж загального призначення. Дослідження процесу поширення електромагнітних хвиль високої частоти принципово не можливо без наявності відповідної лабораторної бази. В умовах відсутності стандартизованих пристроїв для отримання електромагнітних коливань високих частот виникає об'єктивна необхідність в розробці, створенні та дослідженні можливостей таких установок. Для дослідження впливу ВРТ на роботу електричної мережі на кафедрі передачі електричної енергії Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» було створено експериментальну модель ВРТ, яка використовується як у навчальних цілях, так і в наукових розробках. Для цієї установки в програмному середовищі Matlab/Simulink розроблена імітаційна модель, за допомогою якої визначено величину параметрів ВРТ. Достовірність цих розрахунків підтверджується збігом отриманих значень з аналогічними результатами, наведеними в літературних джерелах. Розроблена установка дозволяє виконувати дослідження можливостей ВРТ для вирішення таких завдань: діагностика високовольного обладнання; аналіз впливу високочастотного випромінювання на організм людини та навколишнє середовище; оцінка впливу високочастотних випромінювань на ЯЕ; оцінка впливу високочастотних випромінювань на особливості функціонування електротехнічного обладнання, на стан матеріалів тощо. Для оцінки впливу високочастотних випромінювань на ЯЕ в мережі загального призначення, до якої підключено ВРТ, виконано вимірювання частоти та напруги. Аналіз одержаних результатів свідчить про те, що ПЯЕ в досліджуваній електричній мережі не відповідають вимогам, встановленим нормативним документам: значення коефіцієнта спотворення синусоїдності кривої напруги перевищує нормально допустимі значення; значення коефіцієнта n -ої гармонійної складової напруги перевищують нормально допустимі значення для 3 гармонійної складової та перевищують гранично допустимі значення для 5, 7, 11 гармонійних складових. Визначено величину сумарного щорічного економічного збитку в досліджуваній мережі, яка становить 164,02 тис. грн./рік.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА ОБЛІКУ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ

Довгалюк О.М., Лухтура М.І., Хохлова А.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м Харків

Основною метою впровадження автоматизованих систем контролю і обліку енергоресурсів (АСКОЕ) є зниження витрат і витрат на споживання енергоресурсів, мінімізація втрат за рахунок підвищення точності отриманих даних і скорочення часу збору й обробки інформації. Для рішення цих задач неодмінною умовою стає автоматизація обліку електроенергії на всіх етапах, від виробництва до споживання. Впровадження АСКОЕ сприяє підвищенню ефективного функціонування сучасних енергосистем і є стратегічним напрямком підвищення енергетичного потенціалу країни.

Сучасна організація оптового і роздрібного ринків електроенергії обумовлює необхідність підвищення точності та достовірності обліку енергії, створення ієрархічної структури системи АСКОЕ, інтеграції її з банківськими системами для контролю і прискорення платежів. У цих умовах значно змінюється вся структура комерційного і технічного обліку електроенергії і потужності, виникає необхідність у створенні нових точок обліку на межах поділу між суб'єктами ринку, істотно розширюються і ускладнюються функції контролю, обліку та управління виробництвом, розподілом і споживанням енергії. Особливого значення набуває розрахунок за спожиту електроенергію за багатоставочними і диференційованими тарифами.

До цілей створення АСКОЕ відносяться: комерційні розрахунки за електроенергію між суб'єктами ринку за складним тарифами з тимчасовою дискретністю їх зміни в перспективі до однієї години; оперативне визначення балансу електроенергії за кожним суб'єктом ринку і його субструктурами з контролем достовірності даних енергообліку; оперативне визначення втрат і показників якості електричної енергії; контроль технічного стану та відповідність до вимог нормативно-технічних документів усіх засобів обліку в складі АСКОЕ; оперативне управління режимами енергоспоживання з використанням даних АСКОЕ. Оцінка економічної ефективності впровадження АСКОЕ є необхідною умовою для аналізу перспектив інвестицій та подальшої максимальної оптимізації енергозберігаючих заходів. Оцінка ефективності впровадження АСКОЕ проводиться з урахуванням витрат на впровадження АСКОЕ та величина економії від впровадження АСКОЕ.

Для підприємств різних галузей економіки України було проведено оцінку економічної ефективності впровадження АСКОЕ. Аналіз одержаних результатів показав, що величина економічного ефекту від впровадження АСКОЕ досягає серед підприємств в середньому 15-30% від річного споживання енергоресурсів, а окупність витрат на створення АСКОЕ відбувається за 2-3 квартали.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Довгалюк О.Н., Пиротти А.Е., Качалка Р.Р.

***Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков***

Диспетчерское управление является в настоящее время наиболее перспективным методом автоматизированного управления сложными динамическими системами в жизненно важных и критичных с точки зрения безопасности и надежности ситуациях, основанное на непрерывном контроле и сборе информации о режимах работы энергосистемы в целом и отдельных электроэнергетических объектов, их экономичности, соответствии качеству электроэнергии по частоте и напряжению и недопущению и ликвидации возможных аварий и их последствий. Для успешного противодействия возникновению нештатных ситуаций на электроэнергетических объектах, а также их успешного функционирования без непосредственного вмешательства обслуживающего персонала, прекрасно подходят автоматизированные системы диспетчерского управления (АСДУ). Внедрение АСДУ позволяет организовать своевременное предупреждение аварий путем непрерывного мониторинга режимов работы электроэнергетических объектов, добиться снижения энергетических издержек и таким образом повысить энергоэффективность субъекта энергетики. Иерархическое строение АСДУ позволяет распределить стоящие перед системой задачи по уровням сложности и обеспечить четко работающий алгоритм, нацеленный на выполнение основных задач оперативно-технологического управления. АСДУ можно представить себе, как трехуровневую систему, в которой первый (нижний) уровень представляет собой сеть всевозможных измерительных устройств, сигналы с которых поступают на второй (средний) уровень, состоящий из программируемых микропроцессорных контроллеров (ПМК), обеспечивающих сбор и первоначальную обработку поступающих с контролируемых объектов сигналов, на основании которых принимаются локальные решения в задачах сигнализации, диагностики, а также управления и защиты. После этого управление вместе с промежуточными (локальными) решениями передается на третий (верхний) уровень управления при помощи стандартных комплексов программируемых контроллеров с датчиками тока, напряжения, мощности, подключенных с использованием специализированного программного обеспечения к ПЭВМ. Вся аппаратура верхнего уровня располагается на управляемых объектах, т.е. непосредственно на диспетчерском пункте центральной распределительной подстанции.

Следовательно, внедрение цифровой АСДУ позволяет добиться оптимизации технологических процессов и режимов работы электрических сетей и объектов, организовать комплексное управление, а также защиту электроэнергетических объектов, повысить их энергоэффективность и, как результат, достичь сбалансированного роста технико-экономических показателей.

ВЫРАВНИВАНИЕ ГРАФИКА ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО АККУМУЛЯТОРА

Евсеенко О.Н.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Уровень потребления электроэнергии в течение суток является скачкообразным. Это объясняется многими факторами: природными процессами – длительностью светлой части суток в отдельные времена года в разных географических зонах; человеческими факторами – различной численностью городов или сёл, потребляющих электроэнергию, количеством промышленных предприятий, работающих в несколько смен, количеством больниц, работающих круглосуточно, и т.д.

От графиков потребления электроэнергии зависят режимы работы электростанций: основного оборудования, линий электропередач, трансформаторных подстанций.

Потребности основной части электронагрузки обеспечивают с помощью АЭС, для удовлетворения требований в пиковой части графика электронагрузки используют ТЭЦ, гидро- (ГЭС) и гидроаккумулирующие электростанции (ГРЭС), аппараты которых дают возможность частых включений и отключений для быстрого изменения нагрузки.

Основная идея снижения электропотребления – устранение его пиковых значений. Для этого необходимо сгладить исходную систему, тем самым уменьшив уровень выбросов и повысив уровень используемой атомной электроэнергии.

Среди различных видов электрической нагрузки, которая может выполнять функции регулятора, наиболее перспективной является нагрузка в виде систем теплоснабжения. Предлагается использовать в качестве нагрузки-регулятора системы отопления зданий коммунальной собственности, для которых температуру в течение суток необходимо держать на одном уровне, например, больница.

Для существенного улучшения эксплуатационных свойств нагрузки-регулятора предложено использовать тепловой аккумулятор в качестве интегрирующего звена в приведенной электрической схеме теплоснабжения для сглаживания графика потребления электроэнергии.

Проведён анализ систем отопления зданий, для которых можно перейти от теплового отопления к электрическому отоплению за счет использования электроподогрева воды в баке. Построена схема теплоснабжения на основе РС-сеток. В программном пакете Multisim v12.0 проведено моделирование системы теплоснабжения в импульсном режиме с тепловым аккумулятором с точечным нагревателем.

ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ГАЕС У СКЛАДІ ЕНЕРГОВУЗЛІВ РАЗОМ З ВЕС ТА СЕС

Єришев А.І., Махотіло К.В., Мутефу І.Р., Червоненко І.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Стрімке зростання встановленої потужності електростанцій, які працюють на відновлюваних джерелах енергії (ВДЕ), таких як сонячні (СЕС) та вітрові електростанцій (ВЕС), зумовлює їх суттєвий вплив на роботу об'єднаної енергосистеми. Це пов'язано з непередбачуваністю та нестабільністю графіку генерації СЕС та ВЕС через залежність від метеорологічних умов.

На сьогоднішній день через це найбільший вплив здійснюється на роботу теплових електростанцій, які мають працювати в маневреному режимі, що призводить до зменшення показників їх ефективності. Це пов'язано з нестачею в енергосистемі потужностей високоманеврених електростанцій, таких як, наприклад, гідроелектростанції (ГЕС) та гідроакумулюючих електростанцій (ГАЕС). На нашу думку саме останні здатні вирішити проблему зростання потужностей СЕС та ВЕС в енергосистемі, якщо об'єднати їх в енергогенеруючі вузли. В роботі також досліджується ряд інших способів накопичення енергії, таких як хімічні акумулятори, кінетичні накопичувачі та ін. Але провівши їх порівняння та зваживши на всі недоліки існуючих систем акумулювання енергії, було вирішено для подальшого дослідження обрати саме ГАЕС. Проведений аналіз світового досвіду при вирішенні цього питання та дослідження математичної моделі дали змогу зробити висновок про залежність оптимальної потужностей всіх електростанцій, що водять до складу енерговузла від потужності та характеру навантаження. При цьому ефективність роботи такого енергооб'єкту суттєво залежить від ефективності роботи ГАЕС. ККД гідроагрегату це інтегральний параметр, який залежить як від характеристик самого агрегату, так і від конструктивних параметрів електростанції. Одним із способів підвищення ефективності його роботи є введення режиму роботи зі змінною частотою обертання, що дає можливість зміщувати робочу характеристику гідротурбіни в зони, наближені до точки оптимуму її універсальної характеристики. Такий спосіб дає можливість підвищити ККД гідроагрегату на 2–4% при змінах напору на станції від максимального до мінімального значення. При цьому у складі гідроагрегату має бути встановлений асинхронізований генератор, який забезпечить необхідну якість електроенергії на шинах станції. Таке рішення широко застосовується у вітроустановках та надає цілий ряд переваг у порівнянні з використанням синхронних генераторів.

Результати проведених в дослідженні розрахунків були підтверджені на розробленій математичній моделі та дані рекомендації по реалізації способу підвищення ефективності ГАЕС за рахунок введення режиму роботи зі змінною частотою обертання шляхом модернізації існуючої системи автоматичного управління енергоблоком ГАЕС.

АНАЛІЗ СТРУКТУРИ І ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ СУЧАСНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Загайнова О.А., Сердюкова Г.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Розгляд структури електроспоживання за тривалий період дозволяє виявити і оцінити ступінь використання електроенергії, яка пов'язана зі зміною в технології, організації та обсягів виробництва, а також системі електропостачання підприємства. Розглянуто структуру електроспоживання коксового підприємства за 2014 рік. Аналіз розподіл споживання електроенергії по підрозділах заводу показує, що найбільш енергоємним в 2014 році був цех уловлювання – 31,85 %. Другим по обсягах споживання був цех вуглепідготовки – 20,39 %. Третім по обсягах споживання електроенергії був коксовий цех – 18,4 %. На четвертому місці парокотельна дільниця – 13,97 %. На п'ятому місці дільниця води і каналізації – 9,34%. На частку інших цехів підрозділів заводу (транспортного, ремонтного, складів, центральної заводської лабораторії і т.д.) доводилося 6,5 % споживаної енергії. Слід зазначити, що будь-яке коксове виробництво має більшу постійну складову енерговитрат, що збільшує питому складову електроенергії у вартості продукції. Із цієї причини повної відповідності між темпами зниження електроспоживання і продуктивності для більшості технологічних процесів коксового виробництва бути не може, оскільки при зниженні обсягів виробництва завжди зростає частка постійних витрат енергії. Зміни питомих показників електроспоживання основних виробництв підприємства у вигляді графіка за 2014 рік наведена на рис. 1.

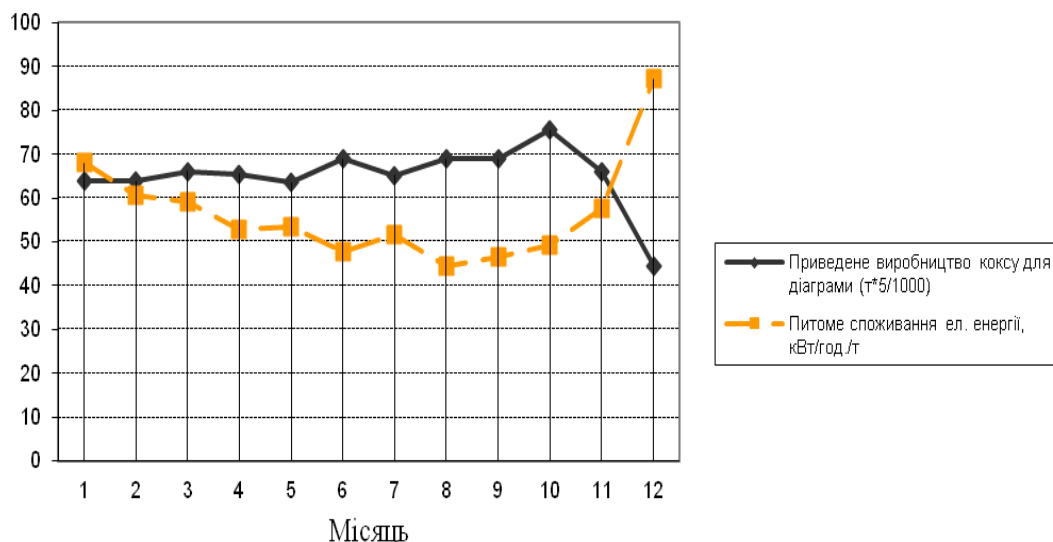


Рисунок 1 – Зміна фактичної питомої витрати електроенергії основних виробництв за 2014 р.

БЕЗОПАСНОСТЬ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ С ПОМОЩЬЮ БПЛА

**Зуев А.А., Шевченко С.Ю., Иерусалимова Т.С., Бортников А.В.,
Рудевич Н.В.**

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Под мониторингом понимается совокупность дистанционных методов изучения объекта, осуществляемых на расстоянии, без непосредственного с ним контакта. Информация об объекте обычно передается с помощью электромагнитного излучения, и характеризуется такими параметрами, как спектральный состав, интенсивность и направление распространения. Зарегистрировав эти параметры, которые зависят также от физических свойств и состояния объекта, а также его пространственного положения, можно изучать его косвенно. При этом одновременная регистрация излучения в нескольких спектральных зонах позволяет получить наиболее разностороннюю характеристику объекта. В зависимости от используемой аппаратуры может регистрироваться излучение, как в отдельных точках поверхности, так и вдоль трассы или площади [1, 2]. Мероприятия по мониторингу и обследованию сетей состоят из следующих этапов:

- 1) Создание трехмерных моделей маршрутов ЛЭП и элементов инфраструктуры, с топографической привязкой.
- 2) Тепловизионное и визуальное обследование линий, для выявления повышенного нагрева контактных соединений.
- 3) Анализ габаритных расстояний до подстилающей поверхности, объектов и растительности.
- 4) Выявление пролетов и элементов конструкции, ограничивающих пропускную способность или имеющих нарушенные габаритные расстояния.
- 5) Обследование опор и мест их закрепления в грунте (фундаментов, металлических конструкций, заземляющих устройств).
- 6) Инструментальный контроль остаточного сечения проводов и грозотросов, путем выборочного сканирования при помощи технологий неразрушающего контроля (магнитных дефектоскопов).
- 7) Оперативный контроль участков ЛЭП в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.
- 8) Определение фактов несанкционированного доступа.

Литература:

1. Арбузов Р.С., Овсянников А.Г. Современные методы диагностики воздушных линий электропередачи. Новосибирск: Наука, 2009. - 136 с.
2. Книжников Ю.Ф. Аэрокосмические методы географических исследований. // Ю.Ф.Книжников, В.И. Кравцова, О.В. Тутубалина - М.: Academia, 2004. 333 с.

ВЛИЯНИЕ ВОДОБЛОКИРУЮЩЕГО БАРЬЕРА НА УВЛАЖНЕНИЕ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ

Кессаев А.Г., Беспрозванных А.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Для защиты от радиального проникновения влаги в высоковольтных силовых кабелях, эксплуатируемых в условиях повышенной влажности, применяют водоблокирующие барьеры на основе гидрофильных лент. Такие барьеры накладываются как сверху полупроводящего экрана по сшитой полиэтиленовой изоляции, так и металлического медного экрана. Наличие барьеров в силовом кабеле замедляет процессы диффузии влаги в толщу сшитой полиэтиленовой изоляции, что подтверждается результатами измерений тока сквозной проводимости и гравиметрического анализа массы водоблокирующих лент в процессе ускоренного старения в условиях повышенной влажности образцов силовых кабелей.

На рисунке 1 приведена динамика изменения в зависимости от приложенного зарядного постоянного напряжения коэффициента, равного отношению тока сквозной проводимости после увлажнения в течение 2-х месяцев, к току до увлажнения образцов кабелей коаксиальной конструкции: кривая 1 – для образца силового кабеля с водоблокирующими барьерами, кривые 2 и 3 – для образцов радиочастотных кабелей без водоблокирующего барьера со сплошной и вспененной полиэтиленовой изоляцией соответственно. Отсутствие водоблокирующего барьера в радиочастотных кабелях способствует более интенсивному увлажнению полиэтиленовой изоляции (сравни кривые 2 и 3 с кривой 1). После увлажнения в течение 2-х месяцев наблюдается изменение относительно исходного, неувлажненного состояния, изменение массы водоблокирующей ленты: уменьшение на 10% для внешней водоблокирующей полупроводящей ленты, расположенной сверху металлического экрана; увеличение на 2,3% – для внутренней ленты, расположенной под металлическим экраном.

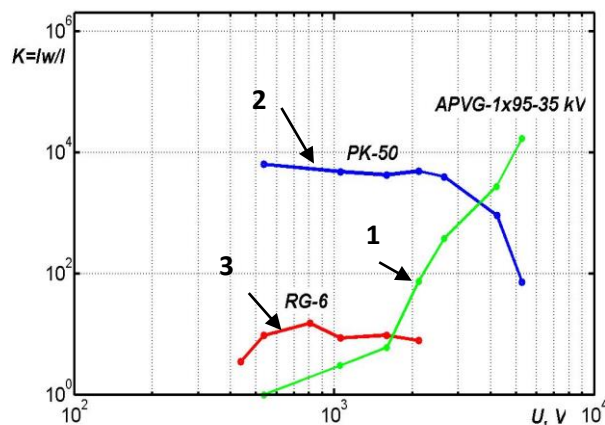


Рисунок 1 – Влияние водоблокирующего барьера на увлажнение образца силового высоковольтного кабеля

АНАЛИЗ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО СТЕНДА НА БАЗЕ АСИНХРОННОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Коротков А.О., Мельников Г.И.

***Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков***

Современные стенды для испытаний двигателей внутреннего сгорания на базе асинхронной машины с фазным ротором и инверторов напряжения подключенным через выпрямитель к ротору машины должен удовлетворять требованиям регламента испытаний, управляемости и энергосбережения. Стенд должен обеспечивать два режима работы: холодную и горячую обкатку. В режиме холодной обкатки коленчатый вал двигателя внутреннего сгорания раскручивают с помощью асинхронного двигателя, это нужно для притирки всех движущихся деталей двигателя. В режиме горячей обкатки, подключённый к коленчатому валу асинхронный двигатель, переходит в генераторный режим и работает как генератор переменного тока, создающий тормозной момент на валу двигателя внутреннего сгорания. При этом на статорных обмотках, как и на роторных обмотках асинхронной машины, возникает переменное напряжение, которое передаётся в сеть частично через статор и частично через инвертор, подключённый к ротору машины.

В докладе рассмотрены преимущества и недостатки испытательного стенда на базе асинхронной машины с фазным ротором и инвертором напряжения подключенным к ротору машины через неуправляемый выпрямитель. А также, в пакете MATLAB была создана и промоделирована модель испытательного стенда. Эксперименты, проведенные над моделью, показали, что данный стенд не подходит для полного испытания ДВС. Так как диапазон частот вращения двигателя внутреннего сгорания, может составлять от 1200 до 5000 об/мин, а диапазон регулировки данного стенда составляет от 1500 до 4500 об/мин.

Результаты потерь в данном стенде, составляют 16% из которых электрические потери при работе данного стенда до 6%, а механические потери до 10% от приложенной мощности. Таким образом, КПД данной установки составляет, около 84%

Для сравнения эффективности применения различных способов построение испытательных стендов необходимо провести анализ всех испытательных стендов, которые были представлены ранее в исследовании.

АНАЛИЗ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ МАГНИТНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ФЕРРОМАГНИТНЫХ СЕРДЕЧНИКОВ В СЛАБЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ

Костюков И.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Комплексная магнитная проницаемость широко применяется в практике моделирования режимов работы электротехнического оборудования. С использованием указанной характеристики материала проводится, например, моделирование режимов работы электрических машин, определение внутренней индуктивности и активного сопротивления массивных стальных токопроводов, анализ экранирующей способности проволоочной стальной брони силовых кабелей.

При экспериментальном определении составляющих комплексной магнитной проницаемости при промышленной частоте широко применяются мостовые методы, а также компенсаторы переменного тока. Существенно отметить наличие различных трактовок мнимой составляющей комплексной магнитной проницаемости при экспериментальном ее определении. При использовании одного из возможных подходов к измерению компонентов комплексной магнитной проницаемости формулы для определения искомых составляющих, а также $\operatorname{tg} \delta$ исследуемого образца, основаны на определении приращения импеданса обмотки с исследуемым образцом. В то же время, согласно другому подходу к определению составляющих комплексной магнитной проницаемости, формулы для определения искомых компонент учитывают фактический сдвиг фаз между намагничивающим током и напряжением на цепи с исследуемым образцом, который определяется также и омическим сопротивлением намагничивающей обмотки.

Очевидно, что полученные с использованием двух указанных трактовок значения комплексной магнитной проницаемости будут идентичными только в случае, когда потери в намагничивающей цепи, вызванные наличием ферромагнитного материала, намного больше, чем потери, вызванные наличием омического сопротивления намагничивающей катушки. Таким образом, для измерений, выполненных с использованием второго из указанных подходов к трактовке составляющих комплексной магнитной проницаемости, характерны несколько завышенные значения мнимой компоненты, поскольку она определяется с учетом потерь в омическом сопротивлении намагничивающей обмотки. Указанная разница особенно существенна при определении магнитных характеристик сердечников при промышленной частоте намагничивающего поля.

НАКОПИТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ГИБРИДНЫХ ГЕНЕРИРУЮЩИХ УЗЛАХ

Кулешов В.С., Кулешова К.В., Червоненко И.И.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

На сегодняшний день многие страны стремятся снизить объемы потребления ископаемых ресурсов путем увеличения генерации мощности на электростанциях, работающих на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ). Уже сейчас можно с уверенностью сказать, что солнечные и ветровые электростанции составляют серьезную конкуренцию тепловым и атомным электростанциям. Но одним из основных недостатков СЭС и ВЭС, является зависимость объема генерируемой энергии от метеорологических факторами. Это приводит к существенному снижению показателей эффективности тепловых электростанций, так как им приходится работать в маневренном режиме, а в случае значительной мощности СЭС и ВЭС – может привести к нарушению устойчивой работы энергосистемы.

Одним из решений направленных на повышение надежности энергоснабжения потребителей и эффективности работы электрических станций, работающих на ВИЭ, является установка накопителей энергии. Применение аккумуляторов энергии позволит сгладить неравномерности графика генерации и перераспределить мощность между зонами графика нагрузки, обеспечив требуемый потребителем характер данного графика.

Основной задачей данной работы является анализ существующих видов накопителей и выбор оптимальных вариантов для их использования совместно с электростанциями, работающими на ВИЭ.

В ходе анализа рассматривались различные виды накопителей энергии:

1. Электрохимические аккумуляторы;
2. Гидроаккумулирующие электростанции;
3. Кинетические накопители (маховики);
4. Газовые механические накопители.

Выбор наилучшего варианта накопителя был проведен на основе следующих критериев: скорость заряда и разряда, количество циклов заряд-разряд, объем запасенной энергии, длительность работы, диапазон изменения мощности, удельная стоимость, экологичность.

Проведенное моделирование подтвердило способность накопителей энергии решить поставленную задачу и определить соотношение мощности аккумуляторов и мощности СЭС или ВЭС. Также было определено, что тип применяемого накопителя энергии зависит от мощности электростанции, от параметров нагрузки и метеорологических условий региона, где расположена электростанция.

СПЕЦИФИКА РАБОТЫ МЕХАНИЗМОВ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ТЭЦ, РАБОТАЮЩЕЙ ПО ТЕПЛОВОМУ ГРАФИКУ НАГРУЗКИ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Лазуренко А.П., Кругол Н.М., Ивахнов А.В.

***Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков***

В летний период нагрузка отопительных ТЭЦ работающих по тепловому графику нагрузки меньше, чем в зимний период. Основное оборудование таких ТЭЦ работает на нагрузках значительно ниже номинальных. Производительность механизмов собственных нужд зависит от режима работы основного оборудования. При работе котлов и турбин с частичной нагрузкой возникает необходимость производить регулирование их производительности. Сегодня основными способами регулирования производительности механизмов собственных нужд являются дросселирование и байпасирование, но данные способы регулирования не являются экономичными, и в следствии их применения при работе ТЭЦ на частичных нагрузках присутствуют дополнительные потери электрической энергии.

Более экономичным способом регулирования производительности механизмов собственных нужд ТЭЦ является частотное регулирование. Но в сегодняшней экономической ситуации внедрение индивидуального привода есть весьма дорогой проект, поэтому предлагается использование способа группового регулирования производительности механизмов собственных нужд. При использовании данного способа, несколько механизмов собственных нужд имеющие близкие характеристики и похожий режим работы питается от одного преобразователя частоты. Дорегулирование производится с помощью дросселирования.

Основным преимуществом данного способа является намного меньшие капитальные вложения, чем при использовании индивидуального привода, в следствии чего снижается срок окупаемости принятых решений.

Наиболее рационально разделять все оборудование собственных нужд ТЭЦ на 3 группы для внедрения группового регулирования их производительности. В первую группу будут входить оборудование тягодутьевой системы котла, конденсатные и циркуляционные насосы турбин. Во вторую группу – сетевые насосы. В третью группу рационально отнести питательные насосы. При этом в некоторых случаях для привода питательных насосов предпочтительней использовать индивидуальный частотный привод.

Применение группового регулирования производительности механизмов собственных нужд дает значительную экономию потребления электрической энергии на собственные нужды ТЭЦ, тем самым увеличивая отпуск выработанной электрической энергии в сеть.

ПОВЫШЕНИЕ РЕЗЕРВОВ БАЛАНСИРУЮЩИХ МОЩНОСТЕЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ УКРАИНЫ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АККУМУЛЯТОРОВ

Лазуренко А.П., Кругол Н.М., Ивахнов А.В.

***Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков***

Суточная неравномерность графика нагрузки в энергосистеме требует маневрирования мощностей. Маневрирование в энергосистеме осуществляется двумя способами: 1) За счет использования маневренных мощностей электрических станций (отдельными блоками либо станцией в целом); 2) За счет использования источников с аккумулярованием энергии.

Первый способ в зависимости от типа станции (атомная, тепловая) имеет ряд сложностей связанных с трудностью регулирования режимов выдачи мощности, значительным износом оборудования и опасностью возникновения аварий. Поэтому маневрирование такого вида наиболее целесообразно проводить с помощью гидроэлектростанций, но их потенциал в Украине очень ограничен.

Традиционно аккумулярование осуществляется при помощи гидроаккумулирующих станций. Данный способ проверен годами, но имеет ряд недостатков: ограниченность гидроресурсов, трудность в выборе строительной площадки, удаленность от места базовой генерации требует строительства дополнительных ЛЭП, затопление плодородных земель, длительный срок сооружения. Поэтому уже давно разрабатывается множество альтернатив гидроаккумуляции: супермаховики, суперконденсаторы, криостанции, аккумулярование при помощи сжатого воздуха и др.

Любой тип аккумулярования имеет право на существование, но имеют разную стоимость и недостатки. С точки зрения удобства применения и относительно низкой стоимости наиболее привлекательным является технология электрических химических аккумуляторов. Их недостатком является то, что некоторые виды являются опасными для экологии при эксплуатации и утилизации, а также они имеют ограниченное количество циклов «заряда-разряда».

Авторы решают проблему моделирования режимов работы в энергосистеме Украины для определения возможностей повышения уровня балансирующих мощностей за счет применения химических аккумуляторов. При этом компьютерная модель должна включать:

- Традиционную генерацию (АЭС, ТЭС большой мощности);
- Химические аккумуляторы с силовыми преобразователями;
- Нагрузку с возможностью задания некоторого суточного графика;
- Систему управления взаимной работой всех составляющих модели.

Модель должна быть универсальной, что позволит проверить, какой тип и мощность электрических аккумуляторных подстанций наиболее целесообразны для применения в большой энергосистеме Украины.

ОСОБЕННОСТИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В СИСТЕМАХ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ТЭС

Лазуренко А.П., Мельников Г.И., Пискурев М.Ф., Кругол Н.М.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В компенсации реактивной мощности в электроэнергетических системах заинтересованы три субъекта – потребитель, поставщик и производитель электрической энергии. Решая общую задачу повышения энергоэффективности путем компенсации реактивной мощности, эти субъекты имеют разные цели. Потребитель заинтересован полностью скомпенсировать реактивную мощность, потребляемую из сети. Поставщик преследует цель максимально уменьшить потери электроэнергии в сети, уменьшив реактивные составляющие токов. При этом никто из них не учитывает возможное негативное влияние мероприятий по компенсации реактивной мощности на генерирующее оборудование электрических станций. Поэтому производителям электрической энергии следует компенсировать реактивную мощность с учетом следующих важных моментов, которые выделяют авторы.

Если в качестве компенсирующих устройств используются батареи статических конденсаторов, то необходимо учесть уменьшение запаса статической устойчивости генераторов станции, т.е. суммарный уровень коэффициента реактивной мощности у всех 3х субъектов должен быть таким, чтобы запас статической устойчивости генераторов в нормальном режиме был не меньше 20%, либо не произошло самовозбуждение генератора.

При использовании конденсаторных батарей, кроме основной гармоники появляются 3, 5, 7 гармоники. Этот факт существенно повышает возможность резонанса, а так как в системе собственных нужд индуктивная нагрузка может изменяться, то возникновение резонанса становится практически неизбежным, что может привести к разрушению и самих батарей, и оборудования станции.

Увеличивается вероятность нарушения устойчивости асинхронных двигателей в системе собственных нужд электростанции типа «лавина напряжения», так как в случае снижения напряжения на шинах питания двигателей дефицит реактивной мощности при наличии конденсаторной батареи увеличивается быстрее, чем при их отсутствии.

Мировая тенденция модернизации электротехнического оборудования такова, что ранее широко распространенные масляные выключатели в распределительных устройствах собственных нужд ТЭС на напряжение 6 кВ заменяются на вакуумные выключатели. При большом количестве преимуществ, одним из недостатков вакуумных выключателей является ограниченная коммутация емкостных токов. Поэтому, при компенсации реактивной мощности в системах собственных нужд электростанций с помощью конденсаторных батарей, необходимо учитывать время коммутации.

DISCRETE MODELS OF THE ELECTRIC GRID ELEMENTS, OBTAINED WITH USING THE IMPLICIT GEAR METHOD

Lebedka S.M¹, Veprik Yu.N.²

¹*Sumy State University, Sumy;*

²*National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv*

Experience has shown that the electric grids of 6-35 kV characterized by a fairly high probability of damage. The most frequent type of accidents in these networks appear ground faults. Ground faults are accompanied by intermittent burning arc, therefore, are the cause of transients and overvoltages on the network elements.

Ample opportunities for research of transients arising at operation of the electric power equipment systems and overvoltages are provided with modern computer facilities. For a sufficiently accurate analysis of computer processes occurring in ground faults, it may need a more complete mathematical models of electrical grids and their elements. The development of such models is possible on the basis of the equations in the phase coordinates. Their undoubted advantage is that these equations contain the parameters of the network elements (resistances, self and mutual inductance and capacitance) and the parameters of its regime (currents, phase voltages), which correspond to the real physical parameters of electrical systems.

The mathematical network model in the transient processes is a system of ordinary differential equations (ODE). Analysis of transient processes is reduced to the numerical integration of ODE system. For the numerical solution of ODE is advisable to use implicit methods of integration. Compared with explicit methods are more accurate, they have a much wider area of stability, allow you to select a larger integration step, significantly reducing the number of steps required to solve.

Differential equations of transient processes, using a fairly complete description of the elements of the electric network, characterized by a large spread of time constant, i.e., the presence in the decision as a “fast” and “slow” variables. Numerical integration of these “stiff” equations by traditional methods meets the certain difficulties. One of the methods to overcome these difficulties, a Gear method, which is based on the implicit multistep difference methods of high order accuracy.

Discrete mathematical model of the electrical grid elements prepared: transmission lines, two winding power transformer using a second-order formula of implicit Gear method. They approximate the initial differential equations that describe the network elements. The equations of the models solved for the phase currents in the current step of integration. Discrete mathematical models of electrical grid elements obtained using an implicit Gear method. Models are designed to create a system of nodal equations in step numerical integration. It decision allows to determine grid mode parameters on the current integration step by parameters in the previous steps.

The prospect of further development is the implementation of a computer obtained discrete models of network elements, modeling accidental of transient processes, overvoltage definition affecting the equipment of electric grids, research and evaluation of the effectiveness of using computational experiments of grids protection agents against overvoltage.

РОЗПІЗНАВАННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕСИЛАННЯ ЗНАЧНОЇ ДОВЖИНИ

Лисяк Г.М., Островка І.І., Сабадаш І.О.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Більшість пристроїв релейного захисту (РЗ), які функціонують як в Україні так і за її межами, виконані на електромеханічній елементній базі. Останні роки широкого розповсюдження набули пристрої РЗ виконані на мікропроцесорній елементній базі. На жаль, абсолютна більшість останніх, як алгоритми функціонування використовують принципи роботи електромеханічних пристроїв. Як правило, вони встановлюють факт відповідності величини координати режиму і допустимими, що задається «уставками». Проте, можливості мікропроцесорних пристроїв (МП) можуть бути суттєво кращими. Найбільшою перевагою МП, на нашу думку, є простота реалізації запам'ятовування інформації та подальший її аналіз в темпі процесу.

В практиці експлуатації електричних мереж відомі складні організації роботи релейного захисту у випадку наявності ліній значної довжини, коли важко відрізнити режим трифазного короткого замикання (КЗ) від нормального режиму через те, що значення координат режиму бувають співмірними. Координати трифазного КЗ є подібними до накиду навантаження, багато спільного вони мають і у випадку пуску двигунів.

Для розпізнавання режимів трифазного короткого замикання та пуску двигунів застосовуємо квадратично-інтегральний метод. Він полягає у визначенні інтегралу різниці квадрату миттєвих значень струму поточного періоду та квадрату миттєвих значень струму попереднього періоду та порівнянні отриманої квадратично-інтегральної характеристики (KIX) аномальної ситуації з еталонною KIX відповідної ситуації. Критерієм розпізнавання режиму трифазного короткого замикання та пуску двигунів є відношення перехідних KIX (ПКІХ) струмів фаз ліній. У випадку трифазного КЗ ці відношення змінюються в околі одиниці, а їх сума в околі трьох (рис.1). У випадку пуску двигунів ці відношення змінюються в межах декількох десятків в.о. Такий підхід дозволяє швидко і однозначно встановити чи режим є нормальний або аварійний, без огляду на конкретну сукупність параметрів електричної мережі.

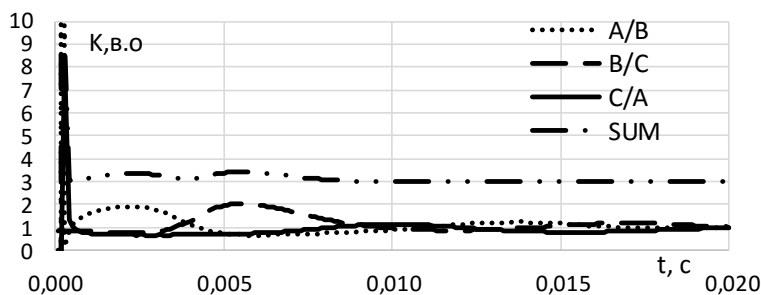


Рис.1. Відношення ПКІХ фаз у випадку трифазного КЗ на відстані 39 км

СХЕМА ЖИВЛЕННЯ ПОТУЖНОСТРУМОВОГО ЛІНІЙНОГО ІНДУКЦІЙНОГО ПРИСКОРЮВАЧА ЕЛЕКТРОНІВ, ПРИЗНАЧЕНОГО ДЛЯ ПРОМИСЛОВИХ ЗАСТОСУВАНЬ

Ложкін Р.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Потужнострумові лінійні індукційні прискорювачі електронів перспективні для застосування в багатьох радіаційних технологіях: для очистки стічних вод і викидних газів крупних промислових підприємств; для покращення властивостей матеріалів, для перероблення органічних осадків і інших. Для промислового масштабу частота посилянь прискорювальних імпульсів прискорювача знаходиться в діапазоні порядку 200-500 Гц, необхідне збільшення потужності пучка знаходиться на рівні до 3 МВт при прирощенні енергії пучка на 1 МеВ. ККД індукційної системи прискорювача повинен бути як змога більшим (>80 %).

Для того, щоб забезпечити високі енергетичні характеристики прискорювача, було розроблено математичну модель схеми живлення індукторів секцій, призначених для різноманітних застосувань, і на її основі досліджено, якими засобами можна забезпечити більший ККД схеми живлення прискорювача. З метою забезпечення потрібної форми імпульсів прискорювальної напруги було розроблено математичну модель, що враховує динаміку перемагнічування феромагнетику індукторів в залежності від геометрії індукторів, режиму навантаження і паразитних параметрів, і сформульовано вимоги до джерела живлення індукторів, щоб забезпечити найкращу форму прискорювального імпульсу напруги.

Також, в докладі розглянуто результати експериментального дослідження форми імпульсу прискорювальної напруги на діючому прискорювачі і запропоновано шляхи покращення форми прискорювального імпульсу.

Отримані результати корисні для створення індукційних прискорювачів, призначених для промислових застосувань.

РАСЧЕТ ЭДС И «ПРОДОЛЬНЫХ» ТОКОВ В ЭКРАНАХ ТРЕХФАЗНОЙ КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ ПЛОСКОСТНОЙ УКЛАДКИ

Ломов С.Г.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Расчет э.д.с. в экранах трехфазной кабельной линии (КЛ) плоскостной укладки основан на анализе магнитного потокоцепления двух взаимно связанных контуров, образованных экранами КЛ, заземленных с одной стороны, с токопроводящими жилами (фазами) КЛ.

Таким образом, мгновенные действительные действующие величины э.д.с., индуцируемые в контурах 1 и 2 и в каждом экране КЛ, определяются как

$$e_1(t) = 2A \cdot \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) - 2A \cdot \cos\left(\omega t + \frac{7\pi}{6}\right) - 2B \cdot \cos\left(\omega t + \frac{11\pi}{6}\right), \text{ В/м}$$

$$e_2(t) = 2B \cdot \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) + 2A \cdot \cos\left(\omega t + \frac{7\pi}{6}\right) - 2A \cdot \cos\left(\omega t + \frac{11\pi}{6}\right), \text{ В/м}$$

$$e_A(t) = 0,5e_1(t) = A \cdot \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) - A \cdot \cos\left(\omega t + \frac{7\pi}{6}\right) - B \cdot \cos\left(\omega t + \frac{11\pi}{6}\right), \text{ В/м}$$

$$e_B(t) = \frac{e_2(t) - e_1(t)}{2} = (B - A) \cdot \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) + 2A \cdot \cos\left(\omega t + \frac{7\pi}{6}\right) + (B - A) \cdot \cos\left(\omega t + \frac{11\pi}{6}\right), \text{ В/м}$$

$$e_C(t) = -0,5e_2(t) = A \cdot \cos\left(\omega t + \frac{11\pi}{6}\right) - B \cdot \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) - A \cdot \cos\left(\omega t + \frac{7\pi}{6}\right), \text{ В/м}$$

где: $A = 5,24 \cdot 10^{-7} \cdot f \cdot \ln[(S + r_3)/r_3]$, В/м; $B = 5,24 \cdot 10^{-7} \cdot f \cdot \ln[(2S + r_3)/(S + r_3)]$, В/м; S - межосевое расстояние КЛ, м; r_3 - внутренний радиус экрана КЛ, м.

Определение мгновенных действительных действующих значений «продольных» токов представляет собой задачу, которая решается методом наложения с помощью основных законов Кирхгофа в виде

$$i_A(t) = e_A(t) \cdot |Y| - 0,5 \cdot e_B(t) \cdot |Y| - 0,5 \cdot e_C(t) \cdot |Y|, \text{ А, где: } R_3 - \text{ акт. сопротивление экрана}$$

$$i_B(t) = e_B(t) \cdot |Y| - 0,5 \cdot e_A(t) \cdot |Y| - 0,5 \cdot e_C(t) \cdot |Y|, \text{ А, } x_3 - \text{ инд. сопротивление экрана}$$

$$i_C(t) = e_C(t) \cdot |Y| - 0,5 \cdot e_A(t) \cdot |Y| - 0,5 \cdot e_B(t) \cdot |Y|, \text{ А,}$$

$$\sum \vec{Z} = \vec{Z} + \frac{\vec{Z}}{2}, \frac{O_M}{M}; \quad \vec{Y} = \frac{1}{\sum \vec{Z}}, C_M \cdot M; \quad |Y| = \frac{1}{\sqrt{[\operatorname{Re} \vec{Y}]^2 + [\operatorname{Im} \vec{Y}]^2}}, C_M \cdot M; \quad \vec{Z} = R_3 - jx_3, \frac{O_M}{M}.$$

С учетом вышеприведенного после преобразования и упрощения получаем мгновенные действительные действующие значения «продольных» токов в экране каждой фазы КЛ при двухстороннем заземлении экранов.

$$i_A(t) = |Y| \cdot \left[1,5A \cdot \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2} - \varphi\right) - 1,5A \cdot \cos\left(\omega t + \frac{7\pi}{6} - \varphi\right) - 1,5B \cdot \cos\left(\omega t + \frac{11\pi}{6} - \varphi\right) \right], \text{ А}$$

$$i_B(t) = |Y| \cdot \left\{ 3A \cdot \cos\left(\omega t + \frac{7\pi}{6} - \varphi\right) + (1,5B - 1,5A) \cdot \left[\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2} - \varphi\right) + \cos\left(\omega t + \frac{11\pi}{6} - \varphi\right) \right] \right\}, \text{ А}$$

$$i_C(t) = |Y| \cdot \left[1,5A \cdot \cos\left(\omega t + \frac{11\pi}{6} - \varphi\right) - 1,5A \cdot \cos\left(\omega t + \frac{7\pi}{6} - \varphi\right) - 1,5B \cdot \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2} - \varphi\right) \right], \text{ А}$$

К ВОПРОСУ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Мартынова О.Д., Лымарь В.В.

*Национальный технический университет
«Харковский политехнический институт», г. Харьков*

Напряжение электрической сети постоянно меняется вместе с изменением нагрузки, режима работы источника питания, сопротивлений цепи. Отклонения напряжения у потребителей не всегда находятся в интервалах допустимых значений. Проблема регулирования напряжения у потребителей является классическим примером многоуровневой иерархической системы. Применение методов и способов регулирования напряжения ведется от низших иерархических уровней управления энергосистемами к высшим. Наиболее эффективным способом обеспечения нормируемых значений напряжения в электрических сетях является установка компенсирующих устройств (КУ) у потребителей, а также использование на ПС понижающих трансформаторов с регулируемыми коэффициентами трансформации [1]. Однако на современном этапе развития электрических сетей и энергосистем задача регулирования напряжения у потребителей усложняется явно недостаточной степенью компенсации реактивных нагрузок (оцениваемая в настоящее время примерно 0,25 квар/кВт в среднем, в то время как необходимая экономическая оснащенность КУ не менее чем 0,5 квар/кВт), а также недостаточная оснащенность трансформаторов энергосистем устройствами РПН с необходимым диапазоном регулирования. Отметим, что стоимость переключающего устройства РПН значительно больше сказываются на трансформаторах меньшей мощности. Поэтому трансформаторы с РПН применяют на напряжение 35 кВ и выше, а на более низких напряжениях – трансформаторы с ПБВ, с помощью которых невозможно осуществить встречное регулирование напряжения. Возможные варианты мероприятий по обеспечению нормированных значений напряжения у потребителей – использование проводников сети с большим сечением, установка дополнительных ТП, перенос ТП в центры нагрузок, разукрупнение существующей сети (разделение одной линии на две), дополнительная установка КУ, применение трансформаторов с РПН на напряжения 6–10 (20) кВ, установка вольтодобавочных трансформаторов (ВДТ). В последнем случае для регулирования напряжения на шинах ПС 35 кВ либо ТП 6–10 (20) кВ ВДТ включаются последовательно с нерегулируемыми трансформаторами, а для регулирования напряжения на отходящих линиях ВДТ включаются непосредственно в линии. Применение ВДТ, как правило, позволяет обеспечить установленные требования к качеству электроэнергии при снижении объема и срочности капиталовложений по сравнению с другими решениями.

Литература:

1. Идельчик В. И. Электрические системы и сети. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.

КОМПЛЕКСНИЙ ГЕНЕРУЮЧИЙ ВУЗОЛ-РЕГУЛЯТОР НА БАЗІ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Махотіло К.В., Червоненко І.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

На сьогодні активний розвиток і широке впровадження в практику відновлюваних джерел енергії дозволяє розглядати можливість створення на їх основі гібридних енергогенеруючих вузлів енергосистеми. Такі вузли перш за все повинні компенсувати нестабільність генерації, що властива фотоелектричним системам та відрогенераторам. В доповіді розглянуті основні результати науково-дослідної роботи, щодо дослідження параметрів та режимів роботи комплексного генеруючого вузла-регулятора на базі відновлювальних джерел електроенергії (КГВР), що виконувалась в межах держбюджетного фінансування на кафедрі електричних станцій НТУ «ХПІ». Аналіз роботи, створеної в межах НДР, дослідної фотоелектричної системи за декілька сезонів дозволив отримати характеристики нестационарності режимів роботи СЕС від різних метеофакторів. Виявлено, що найбільша варіативність генерації СЕС спостерігається при хмарності 60–80 %. В таких метеоумовах коливання потужності СЕС компенсуються маневреними тепловими електростанціями, що збільшує плату за системні послуги. З іншого боку, відключення СЕС, що працює в таких режимах, для виключення їх негативного впливу на енергосистему призведе до недовироблення енергії. Схожі недоліки має і інший тип станцій на відновлюваній енергії – ВЕС, але збурюючим фактором для них є швидкість вітру. Об'єднання цих двох типів станцій в один вузол, здатно частково компенсувати вплив метеоумов на стабільність спільного графіку генерації. Виконані балансові розрахунки на розробленій моделі КГВР на базі ВЕС та СЕС показали, що при 3- та 6-кратному перевищенні потужності ВЕС та СЕС, відповідно, вузол здатний покривати задане навантаження на протязі всього року. Але гарантувати стабільність енергопостачання споживачів в будь яку пору року та час доби можливо лише за умови залучення до вузла третього типу станцій – гідроакумуючих. Моделювання роботи КГВР у складі СЕС, ВЕС та ГАЕС показало, що наявність акумулятора дозволяє у 1,5 рази зменшити необхідну кратність перевищення потужності ВЕС та СЕС над потужністю навантаження. Крім того ГАЕС дозволяє «перенести» потужність, генеровану СЕС вдень, на час вечірнього піку. КГВР з оптимально вибраними потужностями складових станцій не тільки не потребує залучення послуг маневрених ТЕС, але і здатний сам надавати системні послуги енергосистемі.

Широке впровадження таких вузлів на базі станцій невеликої потужності сприятиме розвитку розподіленої генерації, забезпечить надійне енергопостачання споживачів в рамках об'єднаної енергосистеми при подальшому збільшенні частки генерації на базі відновлюваних джерел енергії та дозволить зменшити втрати на передачу енергії. КГВР можуть нарівні з тепловими станціями стати учасниками конкурентного сектора енергоринку.

MODELLING POWER SUPPLY TO MINIMIZE ENERGY LOSSES DURING TRANSMISSION

Megel Yu.Ye., Chaliy I.V., Kovalenko S.M.

*Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture,
Kharkiv*

In the context of Ukraine's integration into the world and European society, the issues of transition to world energy consumption standards are quite acute. One of the main problems that must be solved at this stage is the problem of energy saving. The task of saving of electric energy can be solved by two ways: saving of resources by ultimate users and minimization of losses of electric power in power supply grids. If the problem of saving resources by ultimate users can usually be solved by using energy-saving devices and technologies, one of the ways to reduce losses in power supply grids can be reached by optimizing the distribution of electricity flows at suppliers' side. A scientific solution of these problems can be found by using mathematical models and optimization methods, in particular by using non-linear programming.

Consider an optimization problem of energy flow distribution in the simplest radial electricity grid, which consists in optimal connection of n new consumers with power capacity P_j of each ($j=1,2, \dots, n$) to m distribution points Dp_i ($i=1,2, \dots, m$) in existing grid. Each i -th distribution point has maximum feasible capacity Q_i specified in kW, q_i kW of which is utilized by consumers.

An optimal plan should be found for distribution of new capacities P_j from the specified distribution points Dp_i to each new consumer. The total losses of power in the whole grid because of new connections should be minimum possible by taking into account existing consumers. In this problem we shall assume that each consumer H_j can obtain energy from each distribution point Dp_i .

Assign the capacity obtained by new j -th consumer through line L_{ij} from i -th distribution point Dp_i to the unknown x_{ij} . The system of constraints for the grid contains two groups: m for feasible loadability of each distribution point with consideration of current consumers' capacities q_s :

$$\sum_{j=1}^n k'_{ij} \cdot x_{ij} \leq Q_i - q_i, \quad x_{ij} \geq 0, \quad k'_{ij} = (1 + k_{ij} \cdot 10^{-3}), \quad i = \overline{1, m} \quad \text{and } n \text{ constraints for}$$

ensuring capacities P_i of each new consumer H_i : $\sum_{i=1}^m x_{ij} = P_j, \quad x_{ij} \geq 0, \quad j = \overline{1, n}.$

It is considered that constraints for the feasible losses of voltage ΔU in power transmission lines are taken into account while defining maximum acceptable capacities Q_i of distribution points and transmission lines. Total losses of loadings in this grid (the objective function) influenced by all new consumers and known values of all electric power line parameters $k, U, \cos(\varphi)$. Power losses into distribution point are considered insignificant compared with losses in electric power lines:

$$S = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n k_{ij} \cdot x_{ij}^2 + \sum_{i=1}^m k p_i \cdot \left(q_i + \sum_{j=1}^n k'_{ij} x_{ij} \right)^2 \rightarrow \min.$$

ПРИМЕНЕНИЕ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Мирошник К.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В настоящее время для Украины в связи с дефицитом маневренных генерирующих мощностей актуализировалась проблема покрытия пиков и провалов потребления электрической мощности. Одним из возможных средств решения данной проблемы является применение систем накопления энергии.

Ключевыми особенностями применения данных систем являются:

- выравнивание дневных графиков нагрузки электрических сетей;
- повышение надежности электроснабжения особо важных объектов, в том числе - питание систем собственных нужд электростанций и подстанций;
- демпфирование кратковременных колебаний активной и реактивной мощности

Существует множество типов накопителей энергии, работающих на разных принципах. Например, механические накопители, в которых энергия запасается в виде потенциальной энергии поднятого вверх груза или кинетической энергии раскрученного маховика. Электрические накопители могут строиться на основе конденсаторов, ионисторов или электрохимических аккумуляторов. Последние получили наибольшее распространение в коммерческих системах. Это объясняется как тенденциями развития генерирующих мощностей, так и новыми технологиями производства некоторых типов накопителей энергии, в частности аккумуляторными батареями большой мощности. В связи с прогрессом в области эксплуатационных характеристик химических аккумуляторов (в частности литий-ионных), а также из-за наметившейся динамики на снижение их стоимости в результате применения новых технологий и материалов при производстве в ближайшем будущем ожидается значительное расширение сферы экономически обоснованного применения накопителей энергии высокой ёмкости. Так, например, при регулировании электросетей можно избавиться от строительства крупных ГАЭС в пользу создания распределенной сети аккумуляторных накопителей.

Очевидно, что с учётом современных реалий развития электроэнергетики включение в энергосистему мощных, имеющих хорошие технические и экономические характеристики сетевых накопителей электрической энергии для частичного или полного разделения во времени процессов выработки и потребления электроэнергии является весьма важной комплексной научно-практической задачей, направленной на повышение энергоэффективности процессов производства, передачи и распределения электрической энергии.

К ВЫБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ОБЛУЧЕНИЯ БЕЗГАЛОГЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ОБОЛОЧЕК КАБЕЛЕЙ

Мирчук И.А., Беспрозванных А.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

При использовании кабелей на судах, различных промышленных объектах, где существует большая вероятность контакта с различными химически активными веществами, к кабелям предъявляют повышенные требования, как по пожарной безопасности, так и по стойкости к индустриальным маслам и топливу. Решение проблемы заключается в применении радиационно-модифицированных безгалогенных композиций для оболочек кабелей на основе полиолефинов с наполнением полимерной матрицы антипиренами. Целью исследований является обоснование коэффициента облучения при радиационном воздействии на образцы контрольных экранированных кабелей. Коэффициент облучения определяется отношением скорости прохождения образца кабеля под пучком электронов к рабочему току пучка: с уменьшением коэффициента облучения степень облучения возрастает. В таблице 1 представлены результаты испытаний. Оптимальное значение коэффициента облучения, при котором прочность при растяжении и относительное удлинение при разрыве после выдержки в масле не выходят за допустимые границы, находится в диапазоне от 1,0 до 1,2.

Таблица 1 – Влияние коэффициента облучения на тепловую деформацию и маслостойкость оболочек образцов контрольного кабеля

Коэффициент облучения	Относительное удлинение оболочки при тепловой деформации (выдержка при температуре 200 °С в течение 15 минут), %	Физико-механические показатели после выдержки в масле марки И40-13 при температуре 100 °С в течение 24 часов	
		Изменение прочности при растяжении относительно исходного, до выдержки в масле, состояния %	Изменение относительного удлинения при разрыве относительно исходного до выдержки в масле, состояния, %
0 (необлученные образцы)	-	Образцы не пригодны для испытаний	
3,0	150-175		
2,0	100-150	-68	+42
1,5	50-100	-50	+39
1,2		-26	+36
1,0	20-50	-33	+34
0,8		-17	+67
0,5	5-20	-12	+158

Таким образом, радиационное модифицирование значительно повышает стойкость оболочки кабеля из безгалогенной наполненной композиции к воздействию индустриального масла, а также ее теплостойкость.

ВИЗНАЧЕННЯ РЕСУРСУ КАБЕЛЬНИХ ЕЛЕКТРОІЗОЛЯЦІЙНИХ ПАПЕРІВ

Москвітін Є.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В роботі досліджено вплив якості електроізоляційних паперів на їх електричні та фізичні параметри. Випробування різних типів паперів, та паперів, що перебували в експлуатації або тримались при різних умовах виявило пряму залежність механічних характеристик паперу та його електричних параметрів. Але існує дуже багато різновидів целюлози яка має різні механічні та електричні характеристики, наприклад папір типа Термокрафт має гірші електричні та механічні характеристики, ніж простий кабельний папір.

При відповідній хімічній обробці целюлози атоми водню в згаданих гідроксильних групах замінюються різними групами атомів: нітрогрупами (NO_2) – нітроцеллюлоза; залишками оцтової кислоти ($\text{CO}-\text{CH}_3$) – ацетилцелюлози; групою етилу (C_2H_5) – етилцелюлоза.

Нітроцелюлоза вельми горюча, а при великому вмісті нітрогруп навіть вибухонебезпечна. Ацетилцелюлоза має задовільні електроізоляційні властивості; вона практично негорюча. Недоліком її є помітна гігроскопічність.

Етилцелюлоза і близька до неї за будовою бензілцеллюлоза володіють підвищеними електроізоляційними властивостями. При порівняно високій температурі розм'якшення вони характеризуються також і гарною морозостійкістю (чиста етилцелюлоза ще зберігає гнучкість при температурі – 50°C). Механізм старіння целюлози складний і недостатньо вивчений. Електрична міцність просоченого маслом паперу в результаті її старіння практично не змінюється, оскільки зруйновані ділянки паперу негайно заповнюються маслом. Таким чином, в даному випадку електричні показники не можуть служити індикаторами старіння.

Процес старіння целюлози починається з гідролізу; в подальшому відбувається окислення з розривом молекулярних ланцюгів і відстань між глюкозних кілець, виділенням води, вуглекислого газу, окису вуглецю, освітою кислих з'єднань. Чим більше глибина старіння целюлози, тим більше ступінь розщеплення глюкозних ланцюгів. Цей процес певною мірою оцінюється по зміні таких хімічних показників, як ступінь полімеризації целюлози, мідне і кислотне числа, а також зниженням механічної міцності матеріалів з целюлози.

Відома певна кореляція між механічною міцністю целюлозної ізоляції і ступенем її полімеризації.

Тому виникає питання указання у стандартах та номенклатурі до паперово-целюлозної продукції не тільки вимоги фізико-механічних але й до електричних характеристик.

ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЕЙСТВУЮЩИХ ПОДСТАНЦИЙ И НЕОБХОДИМОСТЬ ИХ МОДЕРНИЗАЦИИ

Нижевский И.В., Нижевский В.И., Березка С.К.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

В настоящее время в соответствии с нормативными требованиями выполняются обследования состояния ЗУ ОРУ подстанций. При этом сроки эксплуатации ЗУ этих подстанций составили от 5 до 75 лет.

Отступлений от требований НТД по результатам обследования было выявлено много, но отметим только некоторые из них:

- 1) Реальная схема прокладки горизонтальных заземлителей не соответствует исходной схеме;
- 2) Конфигурация ЗУ ОРУ не соответствует требованиям ПУЭ, предъявляемым к ЗУ подстанций напряжением выше 1 кВ с эффективно заземленной нейтралью, выполненных с учетом требований к сопротивлению заземления (отсутствует заземляющая сетка с размерами ячеек в местах присоединения нейтралей силовых трансформаторов к ЗУ не более 6х6 м);
- 3) На ОРУ горизонтальные элементы ЗУ проложены близко к поверхности земли;
- 4) Напряжение прикосновения не соответствует нормируемым значениям на рабочих и не рабочих местах;
- 5) Минимальное сечение заземляющих проводников не соответствует расчетному сечению заземляющих проводников;
- 6) Горизонтальные заземлители проложены на глубине от 0 до 0,4 м;
- 7) Отсутствует выравнивание потенциала с внешней стороны ограды.

Как видим, замечания, выявленные при обследовании состояния ЗУ, обусловлены либо наличием отступлений от проекта при сооружении ЗУ и несоблюдением технологии монтажа ЗУ, либо нарушением целостности элементов в процессе проводимых на ПС реконструкций (расширение ОРУ, монтаж нового оборудования и т.п.).

Обеспечение соответствия ЗУ требованиям ПУЭ и ЭМС должно быть достигнуто путем выполнения модернизации ЗУ с учетом результатов комплексного обследования ЗУ, включающего контроль состояния ЗУ и определение ЭМО. Это позволит существенно снизить риски возникновения серьезных аварий в электрических высоковольтных сетях.

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОГО ДОСТУПА

Нижевский И.В., Нижевский В.И., Березка С.К.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

Проблеме измерения сопротивления ЗУ, как одного из основных параметров, характеризующих его работоспособность, посвящено достаточно много работ как в нашей стране, так и за рубежом. Тем не менее, в ряде случаев измерить величину сопротивления заземлителя с достаточной точностью и сегодня не удастся, погрешности могут достигать сотен процентов, а порой измерить величину сопротивления заземлителя по ряду причин вообще невозможно.

Как в нашей стране, так и за рубежом при измерении сопротивления сложного ЗУ в основном используется схема амперметра-вольтметра, которая состоит из стороннего источника ЭДС, амперметра, вольтметра и вспомогательных электродов: токового и потенциального.

Один из возможных путей точного измерения предложен А.Б. Ослоном и Ю.В. Целебровским. При правильной расстановке электродов должно соблюдаться равенство $\alpha_{\text{зт}} + \alpha_{\text{зп}} = \alpha_{\text{тп}}$, где $\alpha_{\text{зт}}$, $\alpha_{\text{зп}}$, $\alpha_{\text{тп}}$ – взаимные сопротивления между заземлителем и токовым электродом, заземлителем и потенциальным электродом и потенциальным и токовым электродами соответственно. Если это равенство не соблюдается, потенциальный электрод следует переместить в соответствующую сторону и повторить измерения. Перемещения потенциального электрода и измерения производятся до выполнения равенства.

Для реализации этого пути необходимо выполнить, по крайней мере, три жёстких условия:

- Измерительный прибор должен измерять сотни Ом с точностью до второго знака после запятой. Этого требует соотношение значений собственных и взаимных сопротивлений.
- Требуется полное исключение влияния токовой линии на потенциальную. Для этого необходима соответствующая аппаратура или сложная прокладка проводов этих линий.
- Необходимо с точностью до второго знака после запятой знать сопротивления соединительных проводов, и практически до тысячных долей уменьшить сопротивление контакта проводов с прибором и электродами.

Решив эти задачи, мы сможем достаточно точно измерять сопротивления больших ЗУ и определять напряжения на них при КЗ в электрической сети. Таким образом, предполагается, что существует принципиальная возможность точного измерения сопротивления при любом характере неоднородности грунта и любых размерах и конфигурации ЗУ, а также при любых расстояниях между электродами трехэлектродной установки.

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ В ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Омеляненко Г.В., Омеляненко О.В.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Витрати на електроенергію, яка споживається на тягу поїздів, складають відчутну частку в загальних експлуатаційних витратах залізниць. Одним із шляхів їх зниження є повернення електроенергії в мережу при рекуперативному гальмуванні. Розрахунки показують, що при такому гальмуванні приміський електропоїзд може віддавати в мережу до 40% спожитої їм енергії. Одночасно істотно знижується механічний знос гальмівних пристроїв. Дослідження графіків витрат енергії в системах приміського сполучення показали, що в системах приміського сполучення в середньому до 70% енергії рекуперації використовується іншими поїздами, а решта 30% втрачаються марно. Для того щоб енергію, яка рекуперується, можна було використовувати повністю, розроблені тягові підстанції, обладнані спеціальними статичними перетворювачами. Останні здатні повертати надлишок рекуперіруемой енергії в трифазну мережу первинного електропостачання, яка завжди готова до її споживання. Однак слід пам'ятати, що оснащення підстанцій цими перетворювачами вимагає значних додаткових витрат, а економічний ефект від їх використання в значній мірі залежить від тарифної політики постачальників електроенергії. Кращого використання енергії рекуперації і більш високого економічного ефекту можна домогтися в системах приміського сполучення, застосувавши накопичувачі енергії, які можна встановлювати як на тяговій підстанції, підключаючи паралельно випрямлювачу, який здійснює живлення, так і в будь-якому місці на лінії.

За допомогою одного накопичувача в залежності від місця його розташування, а також від способу заряду і розряду можна забезпечити:

- зниження витрат на електроенергію, яка споживається з зовнішньої мережі;
- зменшення витрат на технічне утримання рухомого складу внаслідок зниження механічного зносу при гальмуванні;
- скорочення капітальних вкладень в результаті зниження встановлених потужностей тягових підстанцій, збільшення відстаней між ними або навіть зменшення їх числа;
- оптимізацію системи тягового електропостачання постійного струму без значного переобладнання її пристроїв;
- аварійне живлення, наприклад, для виведення поїздів з ділянки в разі виходу з ладу всієї системи тягового електропостачання;
- зменшення нагрівання тунелів.

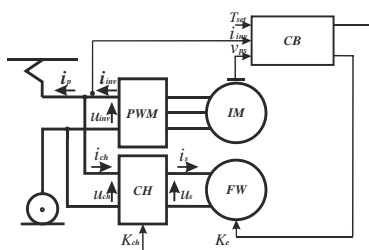
З точки зору екології скорочення споживання первинної енергії, призводить до зниження викидів в атмосферу вуглекислого газу.

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПОТОКАМИ ПОТУЖНОСТІ РУХОМОГО СКЛАДУ

Омеляненко О.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Математична модель перетворення енергії при перетоках потужності між накопичувачем і тяговими електродвигунами базується на балансі механічної потужності між ЕРС, що пересувається лінійно, та ротором інерційного накопичувача. Передавальною ланкою є електричні ланцюги тягового електроприводу і СЕМПЕ накопичувача. Система керування погоджує роботу накопичувача і режими руху електричного рухомого складу. Управління процесом рекуперації програмно реалізується у відповідності зі схемою, зазначеної на рис. 1, на підставі логічних елементів.



У блоці керування реалізовані функції:

$$f_{ch}(T_{set}, v_{ps}) = K_{ch0} + \left(\frac{K_{ps}}{T_{set}} \right) \cdot v_{ps},$$

$$f_e(T_{set}, v_{ps}) = K_{e0} \cdot v_{ps}^2 + \left(\frac{K_{pse}}{T_{set}} \right) \cdot v_{ps}.$$

Рисунок 1 – Система керування

При цьому виконуються наступні умови.

Для режиму гальмування:

1. Якщо струм інвертора $i_{inv} \in [i_{min}; i_{max}]$, то $K_{ch} = f_{ch}(T_{set}, v_{ps})$, $K_e = f_e(T_{set}, v_{ps})$.
2. Якщо $i_{inv} > i_{max}$, то $K_{ch} = K_{chmax}$, $K_e = K_{emax}$.
3. Якщо $i_{inv} < i_{min}$, то $K_{ch} = K_{chmin}$, $K_e = f_e(T_{set}, v_{ps}) / 4$.

Для режиму розгону:

1. Якщо струм інвертора $i_{inv} \in [i_{min}; i_{max}]$, то $K_{ch} = f_{ch}(T_{set}, v_{ps})$, $K_e = f_e(T_{set}, v_{ps})$.
2. Якщо $i_{inv} > i_{max}$, то $K_{ch} = K_{chmin}$, $K_e = f_e(T_{set}, v_{ps}) / 4$.
3. Якщо $i_{inv} < i_{min}$, то $K_{ch} = K_{chmax}$, $K_e = K_{emax}$.

Таким чином, отримана система управління, яка програмно реалізує перетоки потужності в режимі тяги і гальмування рухомого складу на підставі логічних елементів.

Література:

1. В. П. Северин Работа системы «тяговый привод – накопитель» в режиме торможения электроподвижного состава /В. П. Северин, Л. В. Оверьянова, О. В. Омеляненко // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – № 39(1082). – С. 178-183. ISSN 2222-0631.

ВЕТРО-ВОДОРОДНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Орельяна П.Т., Филенко В.В.

*Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,
г. Харьков*

В данной работе рассмотрена выработка электроэнергии с помощью возобновляемых источников, таких как энергия ветра, которая приобрела значимое внимание за последние годы. Основная сложность с которой приходится сталкиваться, является непредсказуемость выработки энергии ветра. Через стохастическую природу ветра, точный уровень выходной электроэнергии не может быть известен заранее. Кроме того, пик спроса не всегда совпадает с пиком производства, а цены на электроэнергию напрямую зависят от спроса [1]. Таким образом, для того, чтобы регулировать выход для соответствия спроса и увеличения доходов, нужно новое оборудование с возможностью хранения энергии полученной за счёт возобновляемых источников.

Водород (H_2), рассматривается в качестве системы хранения энергии из-за своей универсальности как в энергии так и в мощности. Водород несет высокую энергию на единицу массы. Чистый водород является экологически чистым топливом, производя только водяной пар в качестве побочного продукта. Когда водород получают за счет возобновляемой энергии то мы имеем чистую энергетическую систему.

Гибридная ветро-водородная энергетическая система включает в себя ветряные турбины, генерирующие энергию в электрические электролизеры и водородные компрессоры для преобразования электроэнергии в водород (процесс преобразования), H_2 -цистерна с конечной емкостью для хранения водорода и различных технологий преобразования энергии для процесса превращения водорода в электроэнергию.

Преимущество этой преобразовательно-сберегательной системы, заключается в том, что энергия может быть продана, когда требования на нее, а значит и цены высоки.

Наше исследование основывается на гибридных энергетических системах ветра, водорода и предусматривает, что структура цен на электроэнергию не зависит от доли энергии ветра, мощности электролизера или прогноза ветра.

Такая модель есть одной из самых используемых инструментов для анализа таких систем, для оценки экономической жизнедеятельности, чтобы оптимизировать размеры и сравнить политику управления.

Литература:

1. Peaking strategies for the management of wind- H_2 energy systems [Электронный ресурс] / [A. Azcarate, R. Blanco, F. Mallor та ін.] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.journals.elsevier.com/renewable-energy>.

МОДЕЛЮВАННЯ АВАРІЙНИХ ВІДМОВ ЕЛЕГАЗОВИХ ВИМИКАЧІВ ПРИ КОМУТАЦІЯХ ПЛ 330-750 кВ

Петровський М.В., Перепелиця І.С., Терновський В.Р.

Сумський державний університет, м. Суми

На даний момент частка елегазових вимикачів в електричних мережах напругою 110 кВ і вище досить велика. Аварійність в цих мережах, як показує досвід експлуатації енергосистем і електричних мереж – досить істотна. З теоретичної точки зору існують дві гіпотези виникнення аварії при використанні елегазових вимикачів: сам елегазовий вимикач створює аварійну ситуацію в мережі, коли слідом за включенням ПЛ з реакторами з малим інтервалом часу давалася команда на відключення ПЛ або елегазовий вимикач не справляється з аварійною ситуацією в мережі через особливості процесу відключення [1]. В результаті дослідження встановлено, що контакти полюсів елегазових вимикачів приблизно в 50% випадків замикаються в фазу напруги джерела живлення, що вказує на замикання з попереднім пробоем міжконтактного проміжку. Замикання контактів поблизу нуля напруги при трифазній комутації, включення з ймовірністю 70% відбувається хоча б в одному полюсі вимикача. Таким чином, на холостому ході ПЛ, при однофазному короткому замиканні з'являється підвищений вміст аперіодичного струму, що показано на рис.1.

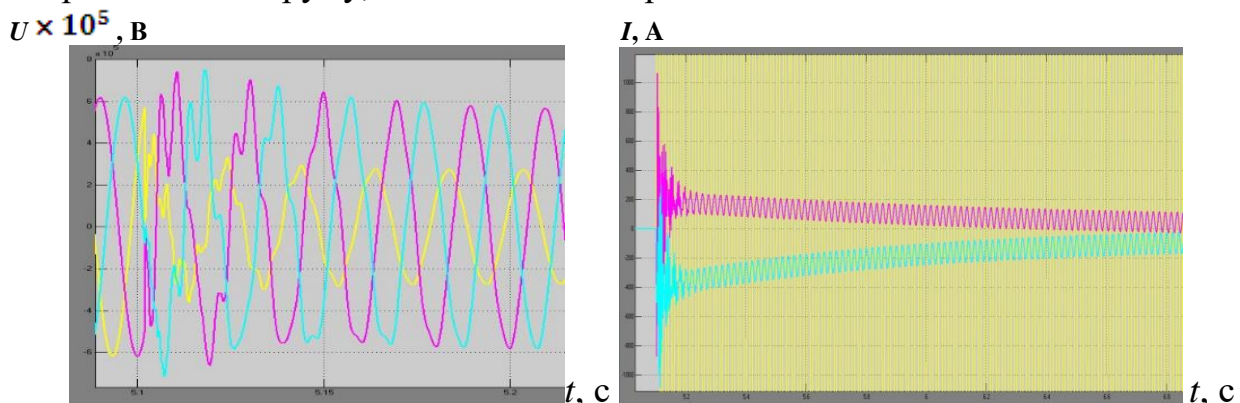


Рисунок 1 – Залежність напруги та струму від часу під час відключення лінії

В результаті проведеного дослідження, можна запропонувати наступні методи боротьби з аперіодичною складовою струму замикання: комутація шунтуючого реактора (ШР) – вибіркове відключення або управління потужністю керованого шунтуючого реактора (КШР) перед включенням ПЛ; проведення затримки відключення непошкоджених фаз; заборона автоматичного повторного включення (АПВ) на приєднаннях, що оснащені ШР та КШР; застосування у вимикачі шунтуючих резисторів; включення лінійного вимикача в момент максимуму напруги.

Література:

1. Однофазное автоматическое повторное включение на линиях с управляемым шунтирующим реактором / М.В. Дмитриев, Г.А. Евдокунин, А.Г. Долгополов и др. // Энергетик. – 2012, №4. – С.19-24.

ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ АКТИВНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Пискурев М.Ф

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В настоящее время однозначного определения, что такое «активное сопротивление» нет. Некоторые авторы (Яворивский Б.М., Селезнев Ю.А.) определяют активное сопротивление “как одну из характеристик электрических свойств участка цепи, определяющей упорядоченное перемещение носителей тока на этом участке”. Согласно определению Википедии “электрическое сопротивление - это физическая величина, характеризующая свойства проводника препятствовать прохождению электрического тока и равное отношению напряжения на концах проводника к силе тока, протекающего по нему”. В электродинамике активное сопротивление – это физическая величина, равная отношению активной мощности, поглощенной на участке цепи, к квадрату действующего значения силы тока. Отличительное свойство активного сопротивления металлического проводника – его нагрев при прохождении через него электрического тока. Физика этого явления, принятая на сегодняшний день, следующая: электрический ток в проводнике возникает под действием внешнего электрического поля, которое вызывает упорядоченное движение свободных электронов. Движущиеся под действие поля электроны, рассеиваются на неоднородностях ионной решетки. При этом электроны теряют импульс, а энергия их движения преобразуется во внутреннюю энергию кристаллической решетки, что и приводит к нагреванию проводника при протекании по нему тока. Такое объяснение вызывает сомнение, так как известно, что тепловая скорость свободных электронов при отсутствии внешнего электрического поля, равна примерно 10^5 м/с. Скорость направленного движения электронов под действием внешнего поля, в зависимости от величины тока, колеблется от долей мм до нескольких см. Столь незначительное изменение скорости свободных электронов не может заметно изменить температуру проводника. Объяснить нагрев проводника можно, если вспомнить что энергия от источника к потребителю передается электромагнитным полем, движущимся вдоль проводника. Проводник играет лишь роль направляющей. При наличии в проводнике активного сопротивления, вектор Пойнтенга, характеризующий величину и направление распространения энергии, будет иметь две составляющих. Одна вдоль проводника, другая – перпендикулярно поверхности проводника и направлена внутрь него. Эта составляющая энергии внешнего электромагнитного поля поступает в проводник и преобразуется в нем в тепловую энергию, что приводит к увеличению скорости всех частиц в проводнике, в том числе и свободных электронов. Таким образом, не увеличение скорости свободных электронов под действием внешнего электрического поля вызывает нагрев проводника, а наоборот, преобразованная энергия ЭМП в тепловую увеличивает скорость свободных электронов. Исходя из выше изложенного, следует, что активное сопротивление – способность проводника преобразовывать энергию внешнего электромагнитного поля в тепловую энергию.

ОСОБЕННОСТИ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ ЭНЕРГОСИСТЕМ ПРИ НАЛИЧИИ В НИХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Пискурев М.Ф, Омеляненко Г.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Устойчивость работы таких энергосистем следует анализировать с двух точек зрения. Во-первых, это влияние процессов в возобновляемых источниках энергии (ВИЭ) на устойчивость существующих электрических станций. Во-вторых, устойчивость самих ВИЭ при переходных процессах в энергосистеме во время изменения напряжения или частоты.

В связи с этим возникает вопрос, что понимать под устойчивостью таких энергосистем. В первом случае сохраняются общепринятые понятия статической и динамической устойчивости синхронных генераторов (СГ), естественно, с учетом влияния ВИЭ. Во втором случае под нарушением устойчивости следует понимать отключение ВЭС или СЭС.

Согласно опыту многих стран, определенную часть электроэнергии, вырабатываемой на ВИЭ, энергосистема может поглотить практически без каких либо последствий на ее устойчивость. При превышении этой величины может возникнуть проблема с устойчивостью СГ на существующих станциях. При анализе влияния ВИЭ на устойчивость СГ следует обратить внимание на возможность нарушения статической устойчивости типа «самораскачивание». Такое нарушение устойчивости может произойти, если частота периодических изменений мощности, генерируемой СЭС или ВЭС, будет достаточно близка к колебаниям собственной частоты в энергосистеме. Наибольшее колебание мощности, генерируемой ВЭС, происходит в случае изменения скорости ветра в интервале 8-11 м/с. Мощность ветротурбин при таких изменениях скорости ветра колеблется в диапазоне от 33% до 100%. Кроме того, нарушение устойчивости генератора может произойти при быстром сбросе генерируемой мощности на ВИЭ. Такой сброс на ВЭС возможен при внезапном увеличении скорости ветра сверх 25 м/с, в этом случае происходит отключение ветротурбины технологической защитой. Для СЭС быстрый сброс мощности может возникнуть при прохождении туч над станцией. Нарушение устойчивости ВИЭ в виде их отключений возможно, если они выдают мощность через инверторы, которые оборудованы anti-islanding защитой. Срабатывание такого вида защиты зависит от настроек инверторов и условий работы сети.

При снижении напряжения ниже $0,5 U_{\text{ном}}$ и отклонении частоты на 0,5 - 0,7 Гц от номинального, сетевой инвертор должен остановить процесс генерации электроэнергии в сеть не менее чем за 0,1 с.

В том случае, если на ВЭС установлены асинхронные генераторы, то снижение напряжения в узле присоединения к сети может привести к недопустимому увеличению скорости их вращения и, как следствие, срабатыванию технологической защиты, т.е. отключение генератора от сети.

ВЫБОР СХЕМ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДОВ

Пономаренко Е.В., Тюрикова А.Б.

*Национальный технический университет
«Харковский политехнический институт», г. Харьков*

В основу подхода к решению задачи выбора схем распределительных сетей современных городов должны быть положены требования ПУЭ об обеспечении комплексного централизованного электроснабжения всех потребителей, расположенных в зоне действия электрических сетей, а также комплексный подход к выбору схем внешнего и внутреннего электроснабжения потребителей с учетом возможностей и экономической целесообразности технологического резервирования. Для выбора схем электроснабжения потребителей современных городов на напряжении 10 кВ и 0,4 кВ выполняется технико-экономическое сопоставление различных схем. В основу этого сопоставления должны быть положены требования ПУЭ в части уровня надежности электроснабжения в зависимости от категоричности электроприемников, а в качестве экономических показателей сетей следует рассматривать удельные капитальные вложения K и удельные приведенные затраты Z , на кВт расчетной нагрузки на шинах напряжением 10 кВ и 0,4 кВ соответствующего источника питания (ЦП или ТП). Для современных городов с многоэтажной застройкой, с большим числом потребителей имеющих электроприемники первой категории, на напряжении 10 кВ рекомендуется двухлучевая схема с двусторонним питанием с двухтрансформаторными ТП без РП. На напряжении 0,4 кВ предпочтительной оказывается радиальная резервируемая схема с односторонним питанием от двухтрансформаторных ТП. При этом происходит смещение границы областей применения сетей СН и НН в сторону сокращения области применения сети НН (вплоть до полного отказа от неё за пределами зданий, что обеспечивает повышение надежности и экономичности электроснабжения). Как результат происходит существенное развитие распределительных сетей СН с переходом их на более высокие номинальные напряжения. Следствием указанных изменений может оказаться применение большего числа менее крупных ТП (вплоть до ТП на каждое здание) и "продвижение" ЦП от границы питаемого района к расположению ЦП в центрах тяжести нагрузок сетей СН. Такой подход потребует повсеместного применения закрытых ЦП с малогабаритным оборудованием, питаемых современными кабельными линиями ВН и СН. Окончательное решение о замене традиционной схемы электроснабжения новым подходом с отказом от применения развитой сети НН может быть принято только в результате технико-экономического обоснования для каждого конкретного случая. Изменение подхода к построению схемы электроснабжения современных городов повлечет за собой необходимость разработки типовых решений ТП 20-10/0,4 кВ, трансформаторы которых обладают более широким диапазоном номинальных мощностей и снабжены устройствами регулирования напряжения.

ЖИВЛЕННЯ ПРИСТРОЇВ СЦБ СПОСОБОМ ПОДВІЙНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ

Пономаренко С.Г., Кулик О.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

На залізничних дорогах постійного та змінного струму живлення пристроїв сигналізації, централізації і блокування (СЦБ) здійснюють від шин власних потреб змінного струму. Напругу 220 В підвищують трансформатором ТМ-100/10кВ та подають на спеціальні шини 10 кВ, від яких по фідерах 10 кВ напруга надходить на відповідні ділянки живлення. Тобто, для живлення пристроїв СЦБ використовується подвійна трансформація.

Спочатку напругу знижують до 220 В за допомогою ТВП, а потім її підвищують трансформатором ТМ-100/10 до 10 кВ. Цим виключається електричний зв'язок між збірними шинами 10 кВ (тягові підстанції постійного струму) та 27,5 кВ (тягові підстанції змінного струму) і лініями 10 кВ СЦБ (при цьому існує тільки магнітний зв'язок). Таким чином запобігається можливість підживлення місця ушкодження при к. з. на лінії СЦБ з боку збірних шин 10 кВ чи 27,5 кВ.

На шляхах постійного струму пристрої СЦБ працюють на змінному струмі частотою 50 Гц. Тому, вздовж залізниці на певній відстані один від одного встановлюють трансформатори (за звичай ОМ), які знижують напругу з 10 кВ до робочої та надають її в рейкові кола автоблокування.

На шляхах змінного струму пристрої СЦБ живляться напругою підвищеної (75 Гц), чи зниженої (25 Гц) частоти. Живлення СЦБ струмом промислової частоти заборонено, тому що тяговий струм тієї ж частоти може викликати помилкове вмикання сигналів. Тому, напругу 10 кВ лінії СЦБ спочатку знижують лінійними трансформаторами до робочого рівня, як на шляхах постійного струму, потім перетворюють струм частотою 50 Гц в струм частотою 25 Гц за допомогою статичних перетворювачів частоти, розташованих вздовж електрифікованої залізниці.

Для електропостачання пристроїв СЦБ на тягових підстанціях монтується комплектний розподільний пристрій зовнішньої установки КРПЗ (КРУН) СЦБ.

Резервування живлення СЦБ здійснюється від дизель-генератора ДГА, встановленого в спеціальному приміщенні будівлі підстанції. ДГА призначений для електропостачання пристроїв СЦБ при аварійному виході з роботи ТВП чи загалом пристроїв електричної тяги на певній ділянці. Крім того, резервування живлення пристроїв СЦБ при ушкодженнях на лінії СЦБ здійснюється від ліній повздовжнього електропостачання напругою 10 кВ при електрифікації на постійному струмі чи від ліній ДПР (два проводи - рейка) при електрифікації на змінному струмі.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СИСТЕМАТИЗИРОВАННОГО ПОДБОРА ДЛЯ АНАЛИЗА СЕТЕЙ С ДВУСТОРОННИМ ПИТАНИЕМ

Риморев Д. С., Барри Ахмед

*Национальный технический университет
«Харковский политехнический институт»,
г. Харьков*

Помимо принципа (метода) наложения для анализа сетей с двусторонним питанием и различающимися напряжениями ИП может быть использован метод систематизированного подбора. Его применение особенно целесообразно для уточненного анализа, требующего учета нелинейных характеристик схемы замещения [1]. Исходными данными для такого анализа являются сопротивления участков сети (\underline{Z}_{A-1} , \underline{Z}_{1-2} , ..., \underline{Z}_{n-B}), напряжения по концам сети (\underline{U}_A , \underline{U}_B) и мощность (обычно активная) в начале (P_{A-1}^H) или конце (P_{n-B}^K) сети.

Допустив, что известна мощность P_{A-1}^H в начале сети, и произвольно задавшись некоторым значением реактивной мощности в начале сети $Q_{A-1(1)}^H$, выполняется расчет режима сети. При расчете в качестве исходных значений принимаются: напряжение \underline{U}_A , активная P_{A-1}^H и реактивная $Q_{A-1(1)}^H$ мощности в начале сети.

Последовательно вычисляя потери мощности и падения напряжения на участках сети, определяются значения мощности, протекающие по отдельным ее участкам, и напряжения в отдельных точках сети, в том числе и напряжение в конце сети $\underline{U}_{B(1)}$. Если это напряжение окажется равным заданному $\underline{U}_{B \text{ зад}}$, это означает, что реактивная мощность в начале сети $Q_{A-1(1)}^H$ выбрана правильно, и рассчитанный режим отвечает принятым условиям. Однако вероятность такого совпадения, естественно, очень мала. В результате большинства расчетов напряжение в конце сети окажется отличным от заданного напряжения $\underline{U}_{B \text{ зад}}$. В этих случаях следует повторить расчет, задавшись новым значением реактивной мощности $Q_{A-1(2)}^H$ в начале сети. Для уменьшения количества таких расчетов по их результатам следует построить график зависимости напряжения в конце сети $\underline{U}_{B(k)}$ от реактивной мощности в ее начале $Q_{A-1(k)}^H$, где $k \geq 3$. Совмещая этот график с прямой заданного напряжения в конце сети $\underline{U}_{B \text{ зад}}$, можно определить значение реактивной мощности в начале ($Q_{A-1 \text{ иск}}^H$) и в конце ($Q_{n-B \text{ иск}}^H$) сети в заданном режиме. Параметры режимов для других участков сети определяются из графиков зависимости этих параметров от мощности $Q_{A-1(k)}^H$. Значения напряжений в промежуточных точках сети дают возможность определить значения коэффициентов трансформации трансформаторов (автотрансформаторов) в этих точках при обеспечении для рассматриваемых режимов сети требований встречного регулирования напряжения и его стабилизации.

Литература:

1. Электрические системы. Электрические сети / В. А. Веников, А. А. Глазунов, Л. А. Жуков и др.; под ред. В.А. Веникова, В.А. Строева. – М. : Высш. шк., 1998. – 511 с.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ЗА РАХУНОК СУЧАСНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІЗОЛЯЦІЇ

Рогінський О.В., Безпрозванних Г.В.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Однією з основних тенденцій розвитку тягових електричних машин (ТЕМ) є збільшення потужності і терміну їх служби, зниження габаритів і маси, підвищення класу нагрівостійкості і, як наслідок, їх надійності.

Пріоритетний напрямок модернізації системи електричної ізоляції ТЕМ – застосування сучасних електроізоляційних матеріалів з підвищеним коефіцієнтом теплопровідності, що дозволяють збільшити ресурс електродвигуна і підвищити нагрівостійкість (температурний індекс) електричної ізоляції. У свою чергу, застосування нових електроізоляційних матеріалів потребує вдосконалення та підвищення рівня технології їх переробки в систему електричної ізоляції при виготовленні таких машин. Для нових електричних машин підвищення ресурсу необхідно і можливо передбачити вже на стадії проектування за рахунок застосування нових електроізоляційних конструкцій з підвищеною електричною міцністю і класом нагрівостійкості ізоляції Н, 200°C і 220°C.

Найбільш виправданими сучасними електроізоляційними системами, що забезпечують ресурс та надійність роботи ТЕМ, є: **система «Моноліт» класу нагрівостійкості F** для якорів, головних і додаткових полюсів моноблочного виконання на основі попередньо просочених склослюдинітових стрічок або не просочених з вакуум-нагнітальним просоченням в епоксидному компаунді; **ізоляційна система класу нагрівостійкості F** для компенсаційних обмоток на основі попередньо просочених в епоксидному складі склослюдинітових стрічок з покриттям пазової частини компаундом і струмовою термообробкою після укладання обмотки в пази; **ізоляційна система класу нагрівостійкості Н** на основі поліамідних плівок з просоченням в кремнійорганічному лаку КО-916 (для обмотки якоря) або з промазкою і струмовим запіканням (для компенсаційних обмоток); **система класу нагрівостійкості С** на основі непросочених склослюдинітових стрічок з просоченням в кремнійорганічному компаунді.

Аналіз технології виготовлення системи електричної ізоляції ТЕМ показує, що застосування просочених склослюдинітових стрічок погіршує теплові і електричні характеристики машини та значно знижує її ресурс. При термообробці виділяються легко летючі речовини, що негативно впливають на характеристики машини. При цьому сама ізоляція не є монолітною, між шарами стрічок присутні повітряні проміжки, що знижують електричну міцність електроізоляційної ізоляційної системи.

КАУЗАЛЬНІ ЗАСОБИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ З АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕНЕРГОСИСТЕМ

Рудевіч Н.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Одним з елементів методичної системи професійної підготовки виступають засоби навчання. Під засобами навчання розуміють будь-які засоби, прилади, обладнання та устаткування, що використовуються для передачі інформації в процесі навчання [1]. За складом об'єктів засоби навчання поділяються на дві групи: матеріальні та ідеальні. До матеріальних засобів відносяться: підручники і посібники, таблиці, моделі, макети, засоби наочності, навчально-технічні засоби, навчально-лабораторне обладнання тощо. Ідеальні засоби навчання - це ті засвоєні раніше знання і уміння, які використовує викладач та студент, для засвоєння нових знань, вони перш за все пов'язані з логікою міркувань та розумінням матеріалу. До ідеальних засобів навчання, зокрема, можна віднести мову, схеми, умовні позначення, креслення, діаграми та інше.

Застосування тих чи інших засобів навчання нерідко орієнтується на методи, які використовуються у навчанні. Деякі засоби навчання створюються цілеспрямовано для певних методів навчання. Професійна підготовка майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем передбачає використання спеціальних каузальних методів формування професійних компетентностей на основі відповідних каузальних моделей змісту. Все це потребує розроблення ідеальних засобів навчання у вигляді каузальних ланцюгів, які будуть відображати фрагменти каузального змісту з кроками каузального методу.

Таким чином, в методичній системі професійної підготовки майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем в якості засобів навчання повинні виступати каузальні засоби формування професійних компетентностей, узагальнений вид яких представлений на рис.1

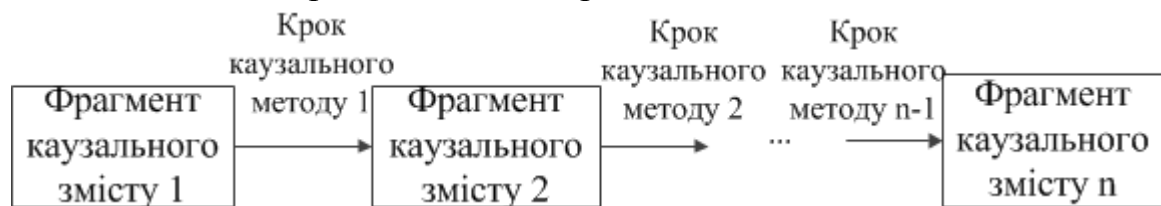


Рис. 1. Узагальнений вид каузального засобу формування професійних компетентностей майбутніх інженерів з автоматизації енергосистем

Література:

1. Енциклопедія освіти / Гол. ред В. Г. Кремень. – К.: Юрінком Інтер, 2008. –1040с.

ОДНОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ОДНОРІДНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ІЗОЛЯЦІЇ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ВВОДІВ

Сердюкова Г.М., Загайнова О.А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В енергосистемі України в експлуатації знаходиться значна кількість високовольтних вводів, які мають термін служби 25 і більше років, причому за багатьма з них є результати профілактичного контролю. Ці дані адекватно відображають реальні процеси старіння ізоляції. Однак використовувати ці результати контролю можливо лише після статистичної обробки. Важливою проблемою, яка виникає в ході подібної обробки, є забезпечення однорідності результатів випробувань. Для виділення однорідних часових рядів використовуємо математичний апарат однофакторного дисперсійного аналізу. Практична реалізація методу на прикладі тангенса діелектричних втрат показала його високу ефективність.

Таблиця 1 – Результати дисперсійного розкладання для $\text{tg } \delta$

Результати аналізу	Масиви даних						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
N	121	73	67	141	102	69	57
Суми дисперсійного розкладання							
Q_0	3.0004	6.6559	5.4243	46.3666	9.4427	4.43869	27.76
Q_1	2.5592	4.8369	3.0162	42.6013	9.0145	3.88579	24.88
Q_2	0.4411	1.8189	2.4081	3.76532	0.4281	0.55290	2.87
Значення F -статистики							
$F_{\text{роз}}$	110.225	45.206	19.414	252.681	404.23	112.447	112.57
$F_{\text{крит}}$	2.1829	2.5148	2.5226	2.0986	2.3213	2.52	2.55
Значення коефіцієнта парної кореляції ρ_{t-x} та кореляційного відношення η_{t-x}							
ρ_{t-x}	0,483	0,436	0,682	0,422	0,585	0,633	0,625
η_{t-x}	0,85	0,946	0,924	0,753	0,76	0,866	0,845

Як видно з таблиці 1, для всіх підмножин даних значення систематичної складової набагато перевершує значення залишкового розсіювання, про що свідчать розраховані значення F -статистик по кожному з підмножин. Це говорить про те, що отримані підмножини даних є однорідними. Істотний вплив часу експлуатації на зміну значення діелектричних втрат ізоляції, свідчить про інтенсивний розвиток процесів старіння. Порівняльний аналіз отриманих значень F -статистик і значень кореляційного відношення показав, що результати формування однорідних підмножин методом дисперсійного аналізу і за критерієм максимуму кореляційного відношення збігаються.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОЛИМЕРНЫХ И ФАРФОРОВЫХ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ

Серебрянский О.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Ограничитель перенапряжения нелинейный (ОПН) – это электрический аппарат, предназначенный для защиты оборудования систем электроснабжения от коммутационных и грозовых перенапряжений. ОПН также можно назвать разрядником без искровых промежутков. ОПН на сегодняшний день являются одним из эффективных средств защиты оборудования электрических сетей.

В зависимости от типа изоляции ОПН разделяются на полимерные и фарфоровые.

Полимерные ОПН состоят из колонки варисторов, заключенных в высокопрочный полимерный корпус из высокомолекулярного каучука. Пространство между стеклопластиковой трубой и колонкой резисторов заполняется низкомолекулярным каучуком, а сама стеклопластиковая труба имеет расчетное количество отверстий для обеспечения взрывобезопасности конструкции при прохождении токов короткого замыкания.

Фарфоровые ОПН представляют собой колонку варисторов, прижатую к боковой поверхности стеклопластиковой трубы, расположенной внутри фарфоровой крышки.

Полимерные ОПН обладают рядом преимуществ перед фарфоровыми, однако, в определенных моментах выигрывают фарфоровые ОПН.

Преимущества полимерных ОПН следующие:

- Повышенная влагоустойчивость, стойкость к ударам и вибрации, а также к загрязнению;
- Лучшие электрические, разрядные и тепловые характеристики;
- Простота монтажа и транспортировки, а также сравнительно малый вес (в 2-3 раза меньше, чем у фарфоровых ОПН);
- Повышенная взрывобезопасность при прохождении токов КЗ за счет особенностей конструкции и использования амортизирующего материала.

К плюсам фарфоровых ОПН можно отнести:

- Относительно малое влияние воздействия сезонных колебаний температуры окружающей среды;
- Большую механическую устойчивость.

В заключении стоит отметить, что полимерные ОПН обладают объективными преимуществами перед фарфоровыми и, несмотря на определенные сильные стороны фарфоровых, использование полимерных ОПН повышает надежность передачи электроэнергии, к чему всегда и необходимо стремиться.

ПЕРЕДУМОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УМОВАХ ЗАЛІЗОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ

¹Сінчук О.М., ²Бойко С.М., ²Вирвикишка С. В.

¹*ДВНЗ «Криворізький національний університет»,*

м. Кривий Ріг

²*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

м. Кременчук

Одним з шляхів покращення електропостачання залізорудних підприємств (ЗРП), в умовах зростання вартості електричної енергії, є застосування відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), що дасть змогу не лише покращити якість електропостачання ЗРП, а й зменшити втрати електроенергії за рахунок власної генерації. Особливо актуальною є можливість ЗРП самостійно забезпечувати власні потреби відповідальних споживачів чи частково покривати графік електропостачання підприємства [1].

Підвищення надійності системи електропостачання ЗРП збільшенням надійності елементів схеми обмежено технічними можливостями. У той же час, аварійні резерви повинні дозволяти при відмові одного елемента здійснювати перерозподіл навантаження і зберігати плановий об'єм добутку залізної руди.

Крім підвищення надійності електропостачання, ЗРП отримують можливість впроваджувати новітні технології в енергетиці, що засновані на впровадженні інтелектуальних систем та нерозривно пов'язані з впровадженням ВДЕ.

Беручи до уваги наведені вище результати досліджень, та результати досліджень, отримані раніше [2], можна зробити висновок про те, що використання ВДЕ в умовах ЗРП є реальним. В свою чергу для вибору ВДЕ для роботи в умовах ЗРП необхідно більш ґрунтовно вивчати умови функціонування енергетичних установок у кожному випадку окремо та особливості електроспоживання ЗРП як в цілому так і кожного енергетичного об'єкту (цеху, енергоустановок тощо) окремо.

Висновок. Розробка і реалізація в практику роботи ЗРП ВДЕ, є актуальним для забезпечення умови безперебійності та надійності електропостачання електроприймачів та дозволить зменшити собівартість видобутку залізорудної сировини.

Література:

1. Сінчук О.М., Синчук И.О., Гузов Э.С., Яловая А.Н., Бойко С.Н. Энергоэффективность железорудных производств. Оценка, практика повышения. Монография – Изд LAP LAMBERT Academic Publishing is managed by OmniScriptum Management GmbH., 2016. – 346с.

2. Сінчук І.О., Бойко С.М., Мельник О.Є. Відновлювані та альтернативні джерела енергії: навчальний посібник – Кременчук: Видавництво ПП Щербатих О.В., 2015. – 270с.

ДО ПИТАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ SMART GRID В УМОВАХ ПІДПРИЄМСТВ ГІРНИЧОДОБУВНОГО КОМПЛЕКСУ

¹Сінчук О.М., д.т.н., ²Бойко С.М., к.т.н., ²Вирвикишка С. В.

¹ДВНЗ «Криворізький національний університет»,

м. Кривий Ріг

²Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

м. Кременчук

Концепція Smart Grid, включає в себе такі групи ключових вимог енергетики майбутнього, як доступність, надійність, економічність, електроенергоефективність, екологічність та електроенергетична безпека [1].

Зважаючи на той факт, що гірничі підприємства, є одними з найбільших споживачів паливно-енергетичних ресурсів, є актуальним дослідження питання впровадження концепції Smart Grid та активного споживання електричної енергії, з метою збільшення ефективності використання електричної енергії, зниження собівартості залізорудної сировини та підвищення надійності системи електропостачання.

Основним фактором переходу підприємств ГВК від звичайного споживання на активне споживання електричної енергії, за концепцією Smart Grid, є явні прибутки. При впровадженні та взаємодії технологій інтелектуальних мереж, систем керування навантаженням, та впровадженні відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) активні споживачі можуть отримувати різного роду вигоди [1].

При цьому система електропостачання підприємств ГВК повинна відповідати вимогам надійності, безпечності, забезпечувати відповідну якість електроенергії, бути економічною при дотриманні всіх перелічених вимог.

У ряді робіт розглядається ефективне споживання та заощадження електричної енергії, та особливості експлуатації ВДЕ в умовах підприємств ГВК [2].

Беручи до уваги наведені раніше результати досліджень, можна зазначити актуальність та наявність підґрунтя для впровадження концепції Smart Grid в аспекті активного споживання електричної енергії в умовах підприємства ГВК.

Висновок. Можливо та актуально впровадження концепції Smart Grid та активного споживання електричної енергії, в умовах підприємств ГВК, з метою зниження собівартості залізорудної сировини.

Література:

1. Интеллектуальные электроэнергетические системы: элементы и режимы: Под общ. ред. акад. НАН Украины А.В. Кириленко / Институт электродинамики НАН Украины. – К.: Ин-т электродинамики НАН Украины, 2014. – 408 с.
2. Гузов Е.С., Сінчук І.О., Розен В.П., Караманиць Ф.І., Осадчук Ю.Г., Бойко С.М.; під редакцією доктора техн. наук, професора О.М. Сінчука. Аспекти енергоефективності залізорудних підприємств. Монографія – Кривий Ріг: Изд. ЧП Щербатых А.В. – 2017. – 240с.

ЕКСТРУДУВАННЯ КОРМОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Солоний М.В.

*Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет,
м. Дніпро*

З метою ефективності засвоєння корму тваринами та сільськогосподарською птицею, від 10 до 40 %, широкого розвитку набув процес екструдювання кормів, який поряд з цим сприяє зниженню витрат зерна.

Спосіб обробки полягає в тому, що зерно підлягає короткочасному, однак інтенсивному механічному і баротермічному впливу за рахунок високої температури 110 – 160 °С та тиску понад 50атм, також зсувним зусиллям у гвинтових (зі зменшенням кроку) робочих органах екструдера, в результаті цього відбувається структурно-механічні та біохімічні зміни вихідної сировини. За рахунок різкого зниження тиску при виході розігріта зернова маса вибухає, тобто, різко збільшується в об'ємі, що робить її значно доступнішою для дії ферментів шлунка тварин і птиці. В процесі екструдювання крохмаль розкладається на прості цукри, шкідлива мікрофлора знезаражується, а вітаміни і амінокислоти, які містяться в злаках, завдяки короткочасності процесу зберігаються майже повністю. Крім того, цей метод забезпечує достатньо якісну обробку та знезараження мікробно- та плесенезараженого зерна.

Проведені нами дослідження передбачали обробку як монокорму, так і суміші зернових матеріалів для раціонів як стартового, так і промислового призначення. Встановлені взаємозалежності факторів тиску, зсуву, значень величин температур та терміну обробки, коефіцієнтів розширення при вибуху тістоподібної маси на виході з філь'єри, пористості готового продукту та ступенем його водопоглинення.

Отримані матеріали послугують обґрунтуванням процесу і визначенню основних режимних параметрів екструдювання зернових мас.

Література:

1. Єгоров Б.В. Технологія виробництва комбікормів. – Одеса: Друкарський дім, 2011. – 448 с.

ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА В ОХОЛОДЖЕНОМУ СТАНІ ТА В УМОВАХ ГАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА

Троєкурова В.О., Чурсінов Ю.О.

*Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет,
м. Дніпро*

Історично склалося, що актуальною завжди є проблема удосконалення методів та засобів зберігання найважливішої сировини – зерна. Зважаючи на вимоги щодо гарантованої якості збереження зернових мас, особливо насінневої групи, особливого значення набуває необхідність впровадження нових удосконалених технологій наряду з традиційними способами зберігання.

Розглянемо наступні прогресивні методи зберігання зернових мас. Перший метод – це використання в сучасних технологіях для зберігання зерна інертних газів, застосування яких дозволяє зберігати зібраний урожай значно довше, не втрачаючи при цьому властивої йому харчової цінності.

В свою чергу, другий метод – це зберігання зерна в охолодженому стані. Досить ефективний, проте, більш затратний порівняно з іншими способами зберігання. Суть методу полягає в тому, що при зниженні температури, як і при зниженні вологості зернової маси, процес дихання зерна сповільнюється, а життєдіяльність шкідників хлібних запасів та шкідливих мікроорганізмів може зовсім припинитися. В цілому, концепція полягає в тому, що при досягненні температури зернової маси до 5 – 10 °С і нижче, виникає ефективний спосіб її консервування охолодженням.

Однак, як технологічно так і технічно, ці важливі питання недостатньо досліджені, як на рівні досліджень експериментальних, режимних та дослідно-промислових, так і в апаратурно-машинному оформленні, що значно гальмує застосування цих методів в реальних умовах заготівельних підприємств.

Визначення для першого методу використання видів та пропорційних співвідношень газів, особливостей дозування та режимів гарантованого якісного зберігання зерна, а для другого методу визначення раціональних температур охолодження та терміну зберігання зерна в такому стані, з завданням оптимальних витрат енергії, є важливими задачами для проведення комплексних наукових досліджень.

Література:

1. Осокіна Н.М. Технологія зберігання та переробки зерна./ Осокіна Н.М., Герасимчук О.П., Матвієнко Н.П. – Умань: 2012. – 317 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ С ПОМОЩЬЮ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ

Федорчук С. О., Немировский И.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

На сегодняшний день генерация электрической энергии на основе возобновляемых источников энергии составляет значительную часть от общей генерации. В большинстве стран участниц ЕС выработка электроэнергии из возобновляемых источников достигла 20% от общей, а в некоторых и превысила это значение. Такой рост мощностей вызван неограниченной и практически бесплатной ресурсной базой, а также требованию к экологии процесса выработки энергии.

В Украине на сегодняшний день активно стимулируется создание электрических станций на ВИЭ с помощью программ кредитования для покупки оборудования и зеленого тарифа для стимуляции продажи электрической энергии в сеть.

Однако темпы роста подобного рода генерации ограничены месторасположением установки, годовым и суточным циклом, а также погодными условиями. Зависимость от погодных условий осложняет прогнозирование и снижает надежность электроснабжения.

Таким образом, для оптимального использования электрических станций на возобновляемых источниках энергии необходимо использовать резервирующие системы. Этот вариант предполагает использование, как высокоманевренных электрических станций, так и различных систем аккумулирования электрической энергии.

В работе проанализированы следующие аспекты:

1. Достоинства и недостатки генерации электрической энергии электростанциями на возобновляемых источниках энергии.
2. Возможность использования распределенной генерации для оптимизации режимов работы электрических систем.
3. Исследование существующих и перспективных способов аккумуляции электрической энергии.
4. Оптимизация условий использования для каждого вида аккумуляции.
5. Использование высокоманевренных электрических станций в качестве резерва.

РАСЧЕТ СЛОЖНЫХ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК С УЧЕТОМ ПРОВОДИМОСТИ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ

Федосеенко Е.Н.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

В работе рассмотрены вопросы совершенствования алгоритма расчета сложных неэквипотенциальных заземляющих устройств (ЗУ) электроустановок путем учета проводимости естественных сосредоточенных заземлителей совокупностью вертикальных и горизонтальных электродов. При этом совокупность замещающих электродов обоснована по равнозначным электрическим характеристикам, включая такие критерии эквивалентности как приближение по сопротивлению и приближение по потенциалам точек на поверхности земли, применительно к двухслойной модели электрической структуры земли.

Обеспечен учёт в алгоритме расчета сложных неэквипотенциальных ЗУ электроустановок величин взаимных и собственных сопротивлений горизонтальных электродов, что необходимо в случае их расположения в нижнем слое двухслойной структуры земли.

Предложенный алгоритма расчёта был использован в электрических сетях АК «Харьковоблэнерго», что позволило определить значения распределения потенциала при КЗ на подстанциях с учетом влияния проводимости естественных сосредоточенных заземлителей. Скорректированные таким образом напряжения прикосновения дали возможность получить более точную информацию о величинах нормируемых параметров по ЗУ действующих электроустановок.

С помощью предложенного алгоритма были получены уточненные значения падения напряжений по ЗУ при КЗ, а, следовательно, рассчитаны напряжения, воздействующие на изоляцию кабелей вторичных цепей, – параметры, нормируемые по условиям электромагнитной совместимости.

Литература:

1. Федосеенко Е.Н. Минченко А.А. Вариант замещения естественных сосредоточенных заземлителей – арматурных каркасов железобетонных фундаментов (подножников) в виде расчетной совокупности электродов // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Харків 2006 – №6/3(24) – С. 81-84.
2. Федосеенко О.М. Вплив природних заземлювачів на розподіл потенціалів на території підстанції «Світло шахтаря» АК «Харківобленерго». Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. Випуск 175 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». – Харків: ХНТУСГ, 2016, с.36-37.

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ В МЕЖЭКРАННОМ ПРОСТРАНСТВЕ КАБЕЛЕЙ С ЭКРАНИРОВАННЫМИ ВИТЫМИ ПАРАМИ

Федяй А.С.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

Конструкции контрольных кабелей с экранированными витыми парами могут включать проволочный экран, наложенный поверх скрепляющей пленки на симметричную пару изолированных жил. Между проволоками экрана существуют зазоры, через которые в процессе измерения электрических характеристик проникает слабое электрическое поле. Если расположить поле соответствующим образом, можно измерить параметры межэкранного пространства кабеля для анализа его состояния.

Расчет поля кабеля с экранированными витыми парами показывает, что напряженности между парами на 3 – 4 порядка меньше напряженностей поля между жилами внутри пары. Соответственно, отличаются и проходные емкости между экранированными парами в сравнении с собственными емкостями пар. Из-за малой величины проходных емкостей, корректно измерить их напрямую не представляется возможным. Поэтому, следует применять методику совокупных измерений.

Совокупные измерения проходных емкостей и тангенсов углов диэлектрических потерь по схеме «жилы одной из пар против всех остальных жил» позволяют сделать выводы о состоянии межэкранного пространства кабеля, об увлажнении или накоплении продуктов старения оболочки.

Литература:

1. Набока Б.Г., Беспрозванных А.В., Штангей А.С. Параметры частичных емкостей как индикатор состояния контрольных кабелей АЭС. // Электротехника и Электромеханика. - №3–2005.с. 80–82.
2. Набока Б.Г. Расчеты электростатических полей в электроизоляционной технике: Учебное пособие для студентов электроэнергетических специальностей. – Киев : ИСИО, 1995. – 120 с.
3. Штангей А.С. Обследование многожильных кабелей методом совокупных измерений. Выбор оптимальных планов с помощью чисел обусловленности // Вестник НТУ «ХПИ», вып. 22. : НТУ «ХПИ». – 2004 . – С. 117–120.

АНАЛИЗ УСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Хоменко И.В., Стасюк И.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Расчеты установившихся режимов электрических сетей являются самыми распространенными видами расчетов. Их результаты используются в практике эксплуатации, а также при проведении проектных и научно-исследовательских работ. По оценкам специалистов доля расчетов установившихся режимов электрических сетей в общей расчетной практике составляет около 70%. Функционирование современных автоматизированных систем, обеспечивающих надежную и эффективную работу систем электроснабжения, неразрывно связано с необходимостью решения задач информационно-вычислительного обслуживания и многократного проведения расчетов установившихся режимов. Целью расчетов является установление функциональных зависимостей параметров режимов электрических сетей в различных условиях эксплуатации. Основываясь на результатах расчета установившегося режима электрической сети проанализированы функциональные зависимости параметров режима от суточной неравномерности нагрузки (S_n), параметров продольной компенсации линии электропередачи (X_c) и от величины компенсации реактивной мощности у потребителя (Q_x). Известно, что электрическая нагрузка систем электроснабжения неравномерна. Специалисты выделяют суточную, недельную и годовую неравномерности. Изменение нагрузки оказывает влияние на параметры режима электрической сети. Анализ приведенных результатов показывает, что с увеличением нагрузки потери активной и реактивной мощности в сети увеличиваются, кроме того увеличиваются потеря напряжения и угол δ , а напряжение у потребителя снижается.

По мнению специалистов на сегодня одним из наиболее эффективных способов улучшения режима электрической сети является компенсация потоков реактивной мощности у потребителя. При этом снижаются потери мощности в сети, а пропускная способность линий повышается. Результаты расчетов показывают, что при компенсации падение напряжения, потери активной и реактивной мощности снижаются, а напряжение и угол δ у потребителя повышаются.

В последние годы повысился интерес к вопросам продольной компенсации параметров ЛЭП. По своему влиянию увеличение величины продольной компенсации аналогично процессу увеличения компенсации реактивной мощности у потребителя. Отличие состоит во влиянии на угол δ .

Комплексное рассмотрение полученных результатов позволяет лучше понять сложную картину режимов электрической сети в условиях эксплуатации.

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Хоменко И.В., Березка С.К.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В Украине в эксплуатации находится около 135 высоковольтных подстанций. Их суммарная установленная мощность составляет 78,2 тыс. МВА. В параллельной работе могут находиться до четырех трансформаторов на одной подстанции. Поэтому любые экономически целесообразные режимы работы трансформаторов на подстанциях относятся к эффективным мероприятиям по снижению потерь электроэнергии.

Проведен критический анализ различных критериев оптимизации силовых трансформаторов при их параллельной работе.

Выбор критерия для оптимизации режимов работы неоднозначная задача. В качестве наглядного средства решения обычно использовались графоаналитические методы. В то же время использование компьютерного моделирования обеспечивает больший диапазон перебора вариантов и лучшую точность вычислений.

В качестве самого простого и достаточно эффективного можно предложить критерий минимизации активных потерь мощности:

$$\Delta P_T = n \cdot \Delta P_X + \frac{1}{n} \cdot \frac{\Delta P_K \cdot S^2}{S_{\text{НОМ}}^2}.$$

Но его использование в условиях эксплуатации требует существенных дополнений. Предлагается рассмотреть критерий оптимизации с учетом потоков реактивных мощностей:

$$\Delta P_T = n \cdot (\Delta P_X + K_{\Sigma} \cdot Q_C) + \frac{1}{n} \cdot \frac{(\Delta P_K + K_{\Sigma} \cdot Q_M) \cdot S^2}{S_{\text{НОМ}}^2}.$$

Это повысит точность расчетов, приблизит теоретические выкладки к полученным результатам в условиях эксплуатации.

Проведены расчеты для одноступенчатых и разнотипных трансформаторов и автотрансформаторов, с учетом и без учета потоков реактивной мощности. Предложенный критерий оптимизации включает параметры, учитывающие изменение основных характеристик трансформатора в процессе эксплуатации.

Role of a PSP Plant in Development of Solar Energy in Ukraine

Chervonenko I. I. , Makhotilo K.V., Sharko A.S.

National Technical University

«Kharkiv Polytechnic institute», Kharkiv

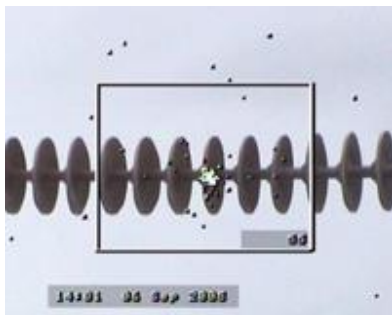
At present time Ukraine endures increase of interest to development of solar power. We have already a significant experience in construction of on ground photovoltaic power plants (PV) with power from one to tens MW. Since 2015 roof PV systems are actively being built. At the start of 2017 the total power of PV in Ukraine exceeded 650 MW. Average annual potential of insolation in the country reaches 1235 kWh/m². In the south regions of Ukraine PV systems can be operated with a power exceeding 50% of installed capacity during 9 months a year. This predetermines further active development of PV plants in the south of Ukraine. However, connection of PV systems to a power grid system is a challenge. Power grid system of Ukraine has acute shortage of maneuverable capacities, and also problems with fossil fuel supply and a high share of NPP generation. Therefore, the nondispatchable generation of PV systems is a barrier to its integration into Ukraine power industry. In Ukraine, as well as around the world, use of pumped storage power plant can become a solution of this problems. At present time there are 3 powerful PSP in Ukraine: Kiev PSP – 111/136 MW, Tashlyk PSP – 302/422 MW and Dniester PSP – 972/1263 MW. The new Kanev PSP (1000 MW), the second stages of the Dniester PSP (4x324/421 MW) and Tashlyk PSP (4x151/211 MW) are also designed. Smoothing of the the Ukrainian NPPs load curve was main task of these PSP initially. But current trends of renewable power development set new task for them, in particular, it is compensation of power fluctuations in PV systems. In article the prospects of use of Dniester PSP for support of solar power development in the southwest region of Ukraine are considered. The plant is a part of the Dniester hydro system located in a southwest of Ukraine which also has the largest potential for development of solar power. In this region there is an opportunity to place PV plants with a total power about 1-2 GW by the most modest estimates. It is promoted by existence of developed power lines, and also big design capacity of Dniester PSP. The volume of the upstream water of Dniester PSP is designed to operate seven power units. Now in operate there are only 3 blocks and construction of the fourth is planned. Usually these blocks operate 6 h at night in the pumping mode and 4 h in morning and evening peaks in the generating mode. The stock of volume of upstream water will allow to operate additionally in the pumping mode in the afternoon, in the period of the maximum insolation, and in the generating mode during peak loads. Overall performance of PSP in such intensive modes of a charge/discharge directly depends on efficiency of power units. On Dniester PSP Francis turbines are used which have dependence of efficiency on change of a pressure. It is possible to increase overall performance of the Dniester PSP unit by means of the asynchronized generator-motor and a mode with rotational variable frequency. Such symbiosis of renewable power plants of different types will provide them active further development, increase Dniester PSP capacity utilization and also ensuring the sustainability of Ukraine's energy.

СОВРЕМЕННЫЕ БЕСКОНТАКТНЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ИЗОЛЯТОРОВ ЛЭП

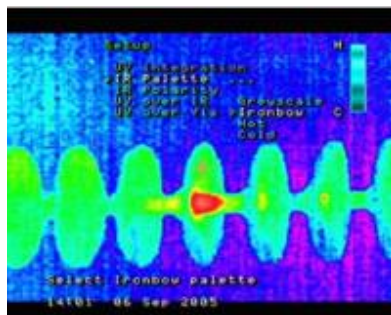
Шкребела А.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

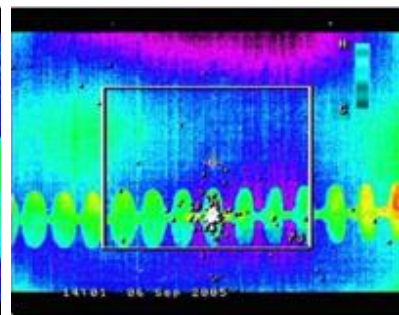
Контроль и техническая диагностика электрических изоляторов проводится различными методами, которые можно классифицировать по таким признакам как электрические и неэлектрические, контактные и бесконтактные, а также визуальные и звуковые. В 80% случаев используется визуальный метод осмотра изоляторов с помощью оптических приборов. При таком методе осмотра видны в основном только внешние существенные повреждения, а неявные и малозаметные повреждения скрыты от объективной оценки состояния изолятора. Развитие современных технологий позволило создать инновационный метод технической диагностики с помощью ультрафиолетового и инфракрасного (теплого) контроля. Так как дефекты и нарушения работы электрооборудования в частности опорно-стрелевой и подвесной изоляции сопровождается возникновением самостоятельных газовых разрядов, в свою очередь которые даже на ранних стадиях образования, сопровождаются ультрафиолетовым излучением с длиной волны примерно 150–400 нм, их можно регистрировать с помощью специально созданной камеры, улавливающей как и ИК, так и УФ излучения.



В УФ спектре



В инфракрасном спектре



УФ+ИК спектр

Солнечное УФ-излучение в диапазоне 180-280нм полностью поглощается стратосферным озоном и не достигает поверхности земного шара. Поэтому при применении оптического фильтра можно регистрировать УФ-излучение короны в течение всего светового дня на любой стадии повреждения. Благодаря УФ регистрации появляется возможность обнаружить корону, частичный разряд и дугообразование. С помощью ИК излучения можно зарегистрировать увеличение интенсивности коронирования при котором происходит локальный разогрев, способный привести к возникновению аварийной ситуации.

Литература:

1. Официальный сайт UVIRCO Technologies Co, Ltd [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.corocam-uv.ru/cam_1.html

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОНЫ ЗАХВАТА МОЛНИИ ВОЗДУШНЫМИ ЛИНИЯМИ СРЕДНИХ КЛАССОВ НАПРЯЖЕНИЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ПУТЕМ НА КРУПНОМАСШТАБНЫХ МОДЕЛЯХ

Шевченко С.Ю., Данильченко Д.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Одним из основных параметров грозоустойчивости воздушных линий является количество прямых ударов молнии ($N_{\text{пум}}$) в эту линию.

Чтобы оценить среднее число перекрытий изоляции на воздушных линиях (ВЛ) средних классов напряжения за год, необходимо учесть прямые удары молнии и индуктированные перенапряжения. Прямые удары молнии в воздушные линии электропередач 6-35 кВ, приведет к перекрытию изоляции с вероятностью 100%. Для индуктированных перенапряжений необходимо выбрать все удары молнии, которые могут происходить на расстоянии более зоны захвата данной линии электропередач, выделив из них те удары, которые приведут к перенапряжениям, превышающим напряжение перекрытия изоляции линии электропередач.

$$N_{\text{пум}} = 0,067 * n * 6 * H_{\text{под}} * L, \quad (1)$$

где, n – количество грозových часов в год; L – длина линии, м; $H_{\text{под}}$ – высота подвеса проводов.

Таблица 1 – Зона захвата молний для разных типов проводов, классов напряжения линий и различного тока молнии

Значения тока молнии и напряжения на проводе	Расстояние, с которого провод принимает прямые удары, м	
	СИП 3 1*50 - 20	АС – 50/8
$I_{\text{м}} = 10 \text{ кА}; U = 6 \text{ кВ}$	10,06	18,1
$I_{\text{м}} = 10 \text{ кА}; U = 35 \text{ кВ}$	16,95	26,72
$I_{\text{м}} = 20 \text{ кА}; U = 6 \text{ кВ}$	11,4	17,1
$I_{\text{м}} = 20 \text{ кА}; U = 35 \text{ кВ}$	15,96	28,73

Напомним, что высота подвеса проводов 6 кВ составляет 9м, 35 кВ – 15м, и как видно из полученных результатов, для голого провода зона захвата составляет не $3H_{\text{под}}$, а $2H_{\text{под}}$, для линий среднего класса напряжения. Данной градации нет в нормативных документах по расчету $N_{\text{пум}}$.

Как видно из таблицы, зона захвата проводом СИП 3 1*50 - 20 почти в 2 раза меньше зоны захвата голого провода и не много превышает высоту подвеса линии, таким образом можно говорить, что зона захвата защищенного провода равна $H_{\text{под}}$. Данный факт показывает, что $N_{\text{пум}}$ для воздушных линий с защищенными проводами значительно меньше, чем для ВЛ.

НАВЕДЕННЫЕ МОЛНИЕЙ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ НА ЛИНИЯХ С ЗАЩИЩЕННЫМИ И ГОЛЫМИ ПРОВОДАМИ

Шевченко С.Ю., Дривецкий С.И.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

Многолетний опыт строительства и эксплуатации воздушных линий электропередач 6-35 кВ с голыми проводами показал недостаточную надежность таких линий и их повышенную опасность. За решение этой проблемы около 40 лет назад взялись ученые-электротехники скандинавских стран - стран с самым высоким в Европе уровнем потребления электроэнергии на душу населения, в которых необходимо было не прерывное бесперебойное электроснабжение потребителей. Выполнен большой объем научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ позволил разработать новый тип ВЛ с самонесущими изолированными проводами (СИП). Были разработаны провода с так называемым защитным покрытием или защищенные провода, они имеют изоляцию не на полное напряжение относительно земли, а на 50-60% фазного напряжения. Это провода с щитого полиэтилена, их технология производства хорошо освоена, поэтому они получили широкое распространение в мире.

В нашем исследовании мы рассматриваем только атмосферные перенапряжения, в сетях 6-35 кВ внутренние перенапряжения имеют достаточно небольшое значение, так как эти сети имеют изолированную нейтраль, токи замыкания на землю (однофазные) достаточно маленькие. При атмосферных перенапряжениях возникают достаточно большие импульсы перенапряжений, которые приводят к пробое изоляции и протеканию тока дуги в месте где произошел пробой. Для того чтобы предотвратить такие явления, надо защищать провода такого типа от молнии.

В ходе проведения экспериментов были исследованы различные типы проводов, как голых, так и защищенных. Проведены серии испытания по сравнению наведенного перенапряжения на голых и защищенных проводах. По результатам опытов, можно сделать вывод о том, что величина наведенного перенапряжения для изолированных проводов была гораздо меньше чем для проводов без защитного покрытия. В итоге можно сделать вывод, что покрытие защищенных проводов уменьшает величину наведенного перенапряжения. Но в тоже время с появлением линий с СИП значительно обострилась проблема защиты проводов таких линий от грозовых перенапряжений, особенно в случае прямого удара молнии.

ПЕРЕВАГИ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ З ІЗОЛЬОВАНИМИ ПРОВОДАМИ

Шевченко С.Ю., Земляний С.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Багаторічний досвід будівництва та експлуатації повітряних ліній з неізольованими проводами наочно продемонстрував їх недостатню надійність, для підвищення якої потрібно постійно розробляти дорогі заходи з скороченню кількості аварійних відключень таких ліній. Для зниження числа відключень у світовій практиці в розподільних мережах 0,38-10 кВ широко застосовуються самонесучі ізольовані проводи (СП), що забезпечують високу надійність і безпеку мереж. У порівнянні з традиційними проводами електропередачі, самонесучий ізольований провід має деякі конструктивні особливості. Провід являє собою джгут скручений з ізольованих фазних жил, зроблених з алюмінію і неізольованої або ізольованою несучою нульовою жилою. Фазні жили оснащені ізоляцією, зробленої з світостабілізованого шитого або термопластичного поліетилену підвищеного тиску пофарбованого в чорний колір, який має стійкість до ультрафіолетових випромінювань.

Конструктивні особливості СП дають ряд переваг: використання самонесучого ізольованого проводу практично виключає можливість короткого замикання, а їх висока механічна міцність дозволяє з більшою вірогідністю витримувати механічні навантаження без обриву лінії; неможливі схльостування проводів, як під безпосереднім впливом вітру, так і внаслідок торкання гілок дерев; на відміну від голих проводів поліетиленова ізоляція перешкоджає обростання ожеледдю та мокрим снігом поверхні проводів; зниження енерговитрат в лінії завдяки меншій реактивному опору проводів в порівнянні з неізольованими проводами; значне зниження несанкціонованих підключень до лінії; можливість суттєво зменшити габарит лінії, ввести монтаж проводів по фасадах будівель, а також необхідність більш вузької просіки в лісовій місцевості; високий рівень безпеки обслуговування повітряних ліній з ізольованими проводами, що досягається внаслідок відсутності ризику ураження електричним струмом у разі дотику до фазних проводів, що знаходяться під напругою, а також висока безпека виконання різних робіт поблизу таких ліній; СП можна спільно підвішувати з лініями зв'язку; можливість роботи під напругою та підключення нових абонентів, без відключення інших від енергопостачання

Ці особливості обумовлюють значне підвищення надійності електропостачання споживачів і зниження експлуатаційних витрат. Що, в свою чергу, забезпечує економічну ефективність застосування ізольованих проводів в розподільних електричних мережах.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ ФАЗНОГО ПРОВОДА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ НА ШИРИНУ САНИТАНОЙ ЗОНЫ

Шутенко О.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Интенсивное использование электрической энергии в современном информационном обществе привело к тому, что в последней трети XX века возник и сформировался новый значимый фактор загрязнения окружающей среды – электромагнитный. К его появлению привело развитие современных технологий передачи информации и энергии, дистанционного контроля и наблюдения, некоторых видов транспорта, а также развитие ряда технологических процессов. В настоящее время мировой общественностью признано, что электромагнитное поле (ЭМП) искусственного происхождения является важным значимым экологическим фактором с высокой биологической активностью.

Ограничение влияния вредных факторов – напряженности электрического поля и электромагнитной индукции следует осуществлять еще на стадии проектирования ВЛ. Для чего следует оценить влияние особенностей конструктивного исполнения элементов ВЛ на значения вредных факторов. На рис. 1 приведены результаты оценки влияния значений шага расщепления провода (a) и расстояния между осями фаз на распределение значений напряженности электрического поля в поперечном сечении линии для ВЛ 330 кВ.

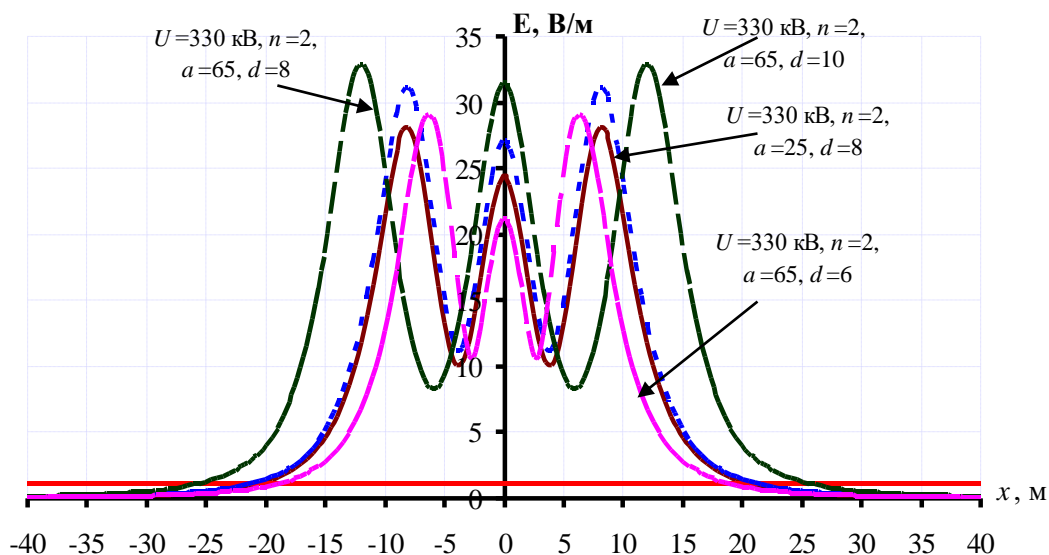


Рисунок 1 – Распределение значений напряженности электрического поля в поперечном сечении линии для ВЛ с различной конструкцией фазного провода.

Как видно из рисунка изменение конструкции фазного провода приводит к изменению значений напряженности электрического поля и как следствие ширины санитарной, что дает возможность ограничивать влияния данного фактора на стадии проектирования ВЛ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ КОНЦЕНТРАЦИЙ ГАЗОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Шутенко О.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В большинстве известных стандартах и методиках по интерпретации результатов хроматографического анализа растворенных в масле газов (ХАРГ), в качестве первичного признака наличия дефекта используют превышение концентраций газов, некоторых значений, называемых граничными. За граничное значение, принимают 90-95% точку на интегральной функции распределения концентрации газа (см. рис. 1 а), полученную для 100 и более единиц однотипного, исправного оборудования. Однако, согласно [1] полученные на основе анализа интегральных функций распределения, значения являются не *граничными*, а *типичными* концентрациями. Отождествление граничных и типичных концентраций согласно [1] является ошибочным, поскольку на основании статистического анализа даже очень большого массива результатов ХАРГ полученных от бездефектного оборудования нельзя определить граничные показатели дефектного состояния. Очевидно, что граничные значения газов будут определяться не только значениями концентраций газов в бездефектном оборудовании, и методом их определения, но и от значений концентраций газов в дефектном оборудовании, которые определяют близость математических ожиданий функций распределения для бездефектного и дефектного состояний и ширину области их пересечений (рис. 1 б).

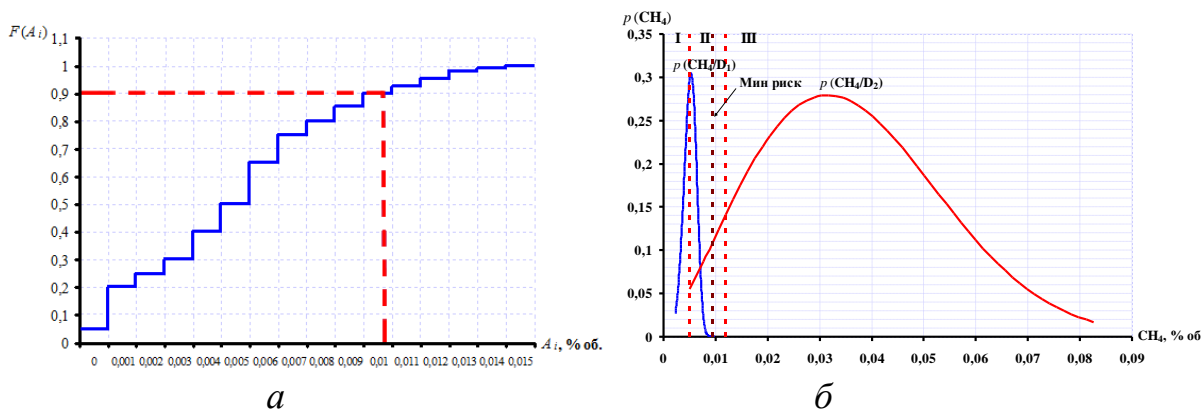


Рисунок 1 – Определение граничных концентраций газов методом интегральных функций (а), и методом минимального риска (б)

Граничные значения концентраций газов предлагается определять с точки зрения минимизации значения функции среднего риска, который сопровождает принятие ошибочных решений.

Литература:

1. IEC Publication 60599, Interpretation of the analysis of gases in transformer and other oil med electrical equipment in &, Geneva, Switzerland, 1999;

АНАЛИЗ ГАЗОСОДЕРЖАНИЯ МАСЕЛ В БЕЗДЕФЕКТНЫХ ТРАНСФОРМАТОРАХ НЕГЕРМЕТИЧНОГО ИСПОЛНЕНИЯ

Шутенко О.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Для исследования газосодержания в масле бездефектных трансформаторов негерметичного исполнения использованы результаты анализа растворенных в масле газов по 6 областям Украины для 426 трансформаторов. Установлено, наличие существенных качественных и количественных отличий газосодержания масел в негерметичном оборудовании от существующих представлений, согласно которым, при низкотемпературных воздействиях в основном образуются водород и предельные углеводороды, а непредельные углеводороды образуются только при высокотемпературных воздействиях. Однако как видно из табл. 1 в наибольшем числе проб газом с максимальной концентрацией являлся этилен – 47,96%, далее метан – 20,48%, затем этан – 5,15%, ацетилен – 5,03% и меньше всего водорода – 3,23%. Выявленные особенности обусловлены с одной стороны процессами диффузии газов из масла в атмосферу (низкое содержание водорода), с другой стороны высокой интенсивностью окислительных реакций в масел (высокое содержание этилена).

Таблица 1 – Распределение результатов ХАРГ по газам с максимальной концентрацией

Газ	Измерений	%
Не превышают предела хроматографа	942	12,74
H ₂	239	3,23
CH ₄	1514	20,48
C ₂ H ₆	381	5,15
C ₂ H ₄	3545	47,96
C ₂ H ₂	372	5,03
CH ₄ -C ₂ H ₄	75	1,01
CH ₄ -C ₂ H ₆	22	0,30
CH ₄ -C ₂ H ₂	7	0,09
CH ₄ -H ₂	15	0,20
C ₂ H ₄ -C ₂ H ₆	66	0,89
C ₂ H ₄ -C ₂ H ₂	91	1,23
C ₂ H ₄ -H ₂	10	0,14
C ₂ H ₆ -C ₂ H ₂	32	0,43
CH ₄ -C ₂ H ₄ -C ₂ H ₆	35	0,47
CH ₄ -C ₂ H ₄ -C ₂ H ₂	1	0,01
CH ₄ -C ₂ H ₄ -H ₂	2	0,03
CH ₄ -C ₂ H ₆ -C ₂ H ₂	3	0,04
CH ₄ -C ₂ H ₆ -H ₂	1	0,01
C ₂ H ₄ -C ₂ H ₆ -C ₂ H ₂	33	0,45
C ₂ H ₄ -C ₂ H ₆ -H ₂	2	0,03
CH ₄ -C ₂ H ₄ -C ₂ H ₆ -C ₂ H ₂	2	0,03
CH ₄ -C ₂ H ₄ -C ₂ H ₆ -H ₂	3	0,04
Итого	7393	100

Приведенные особенности требуют уточнения граничных значений концентраций газов и корректировки пределов температурных диапазонов термических дефектов для маслonaполненного негерметичного оборудования.

ГИБКАЯ ПЕРЕДАЧА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Шутенко О.В., Иванов Н.М.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Современная технология гибких линий электропередачи – FACTS (Flexible AC Transmission System) состоит в использовании мощных тиристоров для коммутации и управления силовыми элементами электроэнергетических систем (ЭЭС). Потребность в гибких линиях электропередачи возрастает по мере необходимости совершенствования способов передачи, повышения управляемости и пропускной способности электропередач. Основная задача технологии FACTS заключается в обеспечении научно-технического прорыва в электроэнергетике с целью улучшения управления потоками мощности в сети как в установившихся, так и в переходных режимах ЭЭС. Назначение устройств FACTS в энергосистемах состоит в: регулировании потоков мощности в целях оптимизации режима; компенсации реактивной мощности; повышении динамической и статической устойчивости и демпфировании колебаний. Технология FACTS открывает новые возможности для управления потоками мощности. Эти возможности возникают благодаря способности исполнительных устройств технологии FACTS управлять взаимосвязанными параметрами, определяющими функционирование электропередач, включая реактивное сопротивление, ток, напряжение, углы фазовых сдвигов в узлах сети, затухание колебаний на различных частотах и т.д. Устройства FACTS способны обеспечивать пропускную способность электропередач вплоть до допустимого теплового предела. В настоящее время наибольшее применение нашли следующие устройства FACTS: устройства продольная компенсация – *SSSC* (*Static Synchronous Series Compensator* – Статический синхронный продольный компенсатор, рис.1 а), универсальная компенсация – *UPFC* (*Unified Power Flow Controller* – унифицированная система управления энергопотоками рис.1 б), устройство поперечной компенсации *STATCOM* рис.1 в.

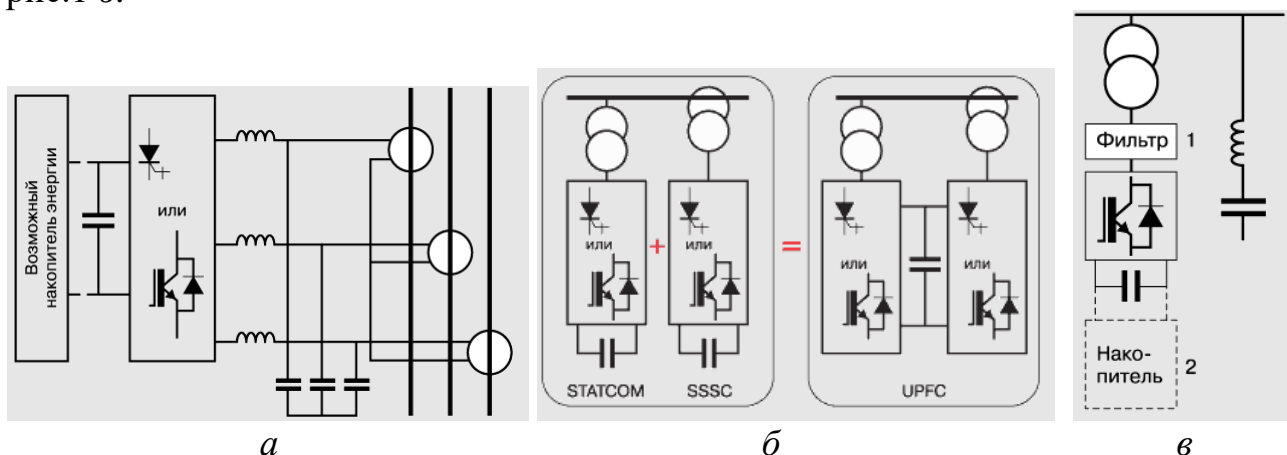


Рисунок 1 – Схема устройств FACTS

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ГАЗСОДЕРЖАНИЯ МАСЕЛ В ТРАНСФОРМАТОРАХ С РАЗВИВАЮЩИМИСЯ ДЕФЕКТАМИ

Шутенко О.В., Каратаев А.И.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Одним из путей повышения эксплуатационной надежности высоковольтного маслонаполненного оборудования, при их диагностике по результатам хроматографического анализа растворенных в масле газов (ХАРГ) является исследование особенностей газосодержания масел в оборудовании с различным состоянием. Выполненный анализ по 1167 высоковольтным трансформаторам, в которых были выявлены дефекты различного типа, позволил установить, что, несмотря на существенные различия в значениях концентраций газов, для разного типа оборудования, при одинаковом типе дефекта процентное содержание газов углеводородного ряда и водорода в пробах масел изменяется незначительно и находятся на определенном фиксированном уровне. При этом как бы не протекало развитие дефекта, процентные содержания газов стремятся к строго определенным фиксированным значениям (рис. 1). В АТ 300 МВА (рис. 1 а) дефект начинался с низкотемпературного перегрева газ с максимальной концентрацией C_2H_6 , переходящего в частичные разряды, а затем в искровой разряд. В АТ 220 кВ (рис. 1 б) дефект начинался с дугового разряда в масле (газ с максимальной концентрацией C_2H_2), по мере развития дефекта наблюдается рост содержания предельных углеводородов и водорода. И на момент распознавания дефектов газосодержания масел в обоих АТ практически совпадают.

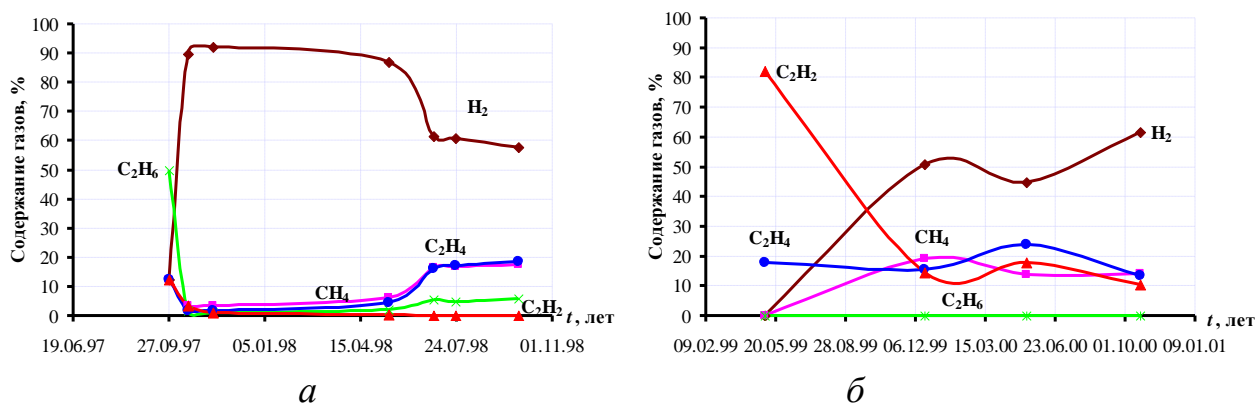


Рисунок 1 – Динамика изменения процентного содержания газов в масле высоковольтного оборудования в котором выявлены искровые разряды

Принципиально важным является то, что процентные содержания газов соответствуют значениям характерным для того или иного типа дефекта, еще до того момента, когда концентрации газов превышают граничные значения. Данное обстоятельство позволяет не только выявлять развивающиеся дефекты на ранней стадии их развития, но и прогнозировать возможное состояние трансформаторов на основе анализа динамики изменения их газосодержания, что невозможно при использовании традиционных критериев.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ГРАФИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ТИПА ПРОГНОЗИРУЕМОГО ДЕФЕКТА

Шутенко О.В., Яковенко И.С.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В настоящее время для определения типа дефекта, прогнозируемого по результатам анализа растворенных в масле газов (АРГ), используются как аналитические, так и графические методы распознавания. Одним из таких методов являются графические образы дефектов. В данном методе, решение о типе прогнозируемого дефекта принимается на основании сравнения эксплуатационного образа с эталонным, который задается по строго фиксированным значениям координат. Выполненный анализ графических образов, построенных по результатам АРГ маслonaполненного оборудования в котором были выявлены дефекты разного типа, показал, что даже при одном и том же дефекте, для оборудования одного и того же типа, графические образы могут существенно отличаться, как друг от друга так и от эталонных образов. Основными причинами подобных отличий являются как индивидуальные особенности развития дефекта, так и различия в величине энергии, выделяемой в процессе развития дефекта, конструктивных особенностях оборудования, сортах масла и ряд других факторов.

Для учета, предлагается заменить эталонные образы на эталонные области, которые строятся по результатам АРГ, оборудования с одним и тем же типом дефекта. В качестве значений границ эталонных областей (заштрихованные области на рис. 1) предлагается использовать максимальные и минимальные значения отношений каждого из газов к газу с максимальной концентрацией. Предлагаемый подход позволяет повысить достоверность распознавания типа дефекта при диагностике состояния маслonaполненного оборудования.

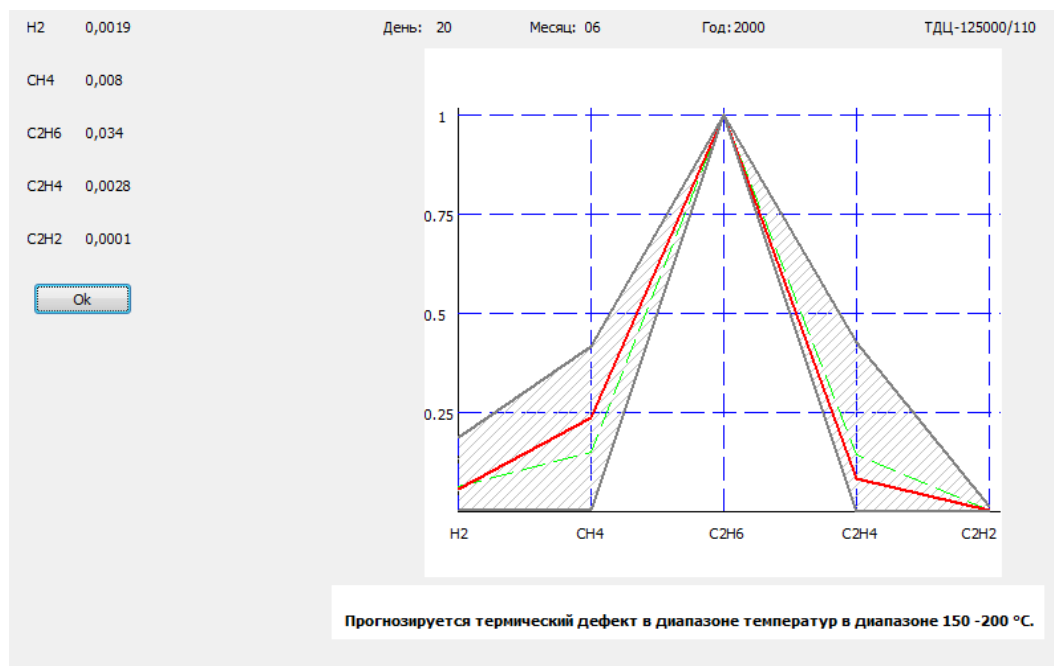


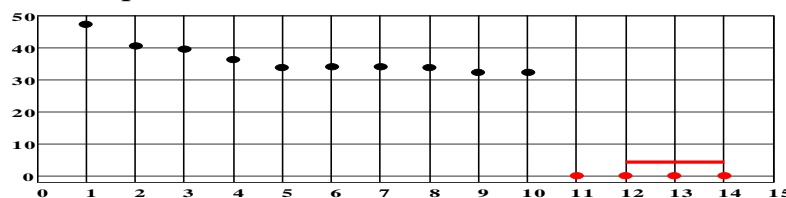
Рисунок 1 – Распознавание типа дефекта в трансформаторе ТДЦ 125000/110.

ДО ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУГИ ПРОБОЮ ПОДВІЙНОЇ ІЗОЛЯЦІЇ ЕМАЛЬДРОТУ НА ОСНОВІ ПОЛІІМІДНИХ СИНТЕТИЧНИХ СПІВПОЛІМЕРІВ

Щебенюк Л.А., Голик О.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Впровадження у виробництво таких інноваційних видів кабельної продукції, як емальдріт на основі поліімідних синтетичних співполімерів марки ПЭЭИДХ з температурним індексом 200°C, з найвищими на сьогодні електричними і механічними властивостями ізоляції, дозволило забезпечити найвищий сучасний рівень електричної і механічної міцності обмоточних емаль проводів. За цих умов залежність напруги пробою $U_{пр}$ від товщини t ізоляції стає основним показником якості цієї продукції. У двошаровій ізоляції емальдроту, яка складається з шарів з різними діелектричними властивостями, окрім типових видів поляризації при випробуваннях постійною високою напругою на прохід, виникає міграційна поляризація, яка супроводжується накопиченням об'ємних зарядів в ізоляції, що суттєво впливає на розподіл електричного поля в ізоляції. Розподіл поля встановлюється відповідно діелектричних проникностей шарів ізоляції: $\varepsilon_1 \cdot E_1(0) = \varepsilon_2 \cdot E_2(0)$. Тривалість цих переходних процесів визначає час релаксації τ . Для ізоляції емальдроту ПЭЭИДХ в діапазоні номінальних діаметрів від 0.10 мм до 0.63 мм, де питомі провідності шарів мають різні значення час релаксації досягає кількох секунд. В цих умовах традиційний метод визначення $U_{пр} = f(t)$, який полягає в експериментальному визначенні $U_{пр}$ впродовж маршруту емалювання шляхом вилучення зразків для випробувань після проходження кожного з калібрів маршруту, є непридатним. На рисунку 1 наведено результати оцінювання динаміки змінювання τ впродовж маршруту емалювання за характерних значень діелектричної проникності і питомої електропровідності шарів двох різних поліімідних співполімерів. Залежність $U_{пр} = f(t)$ визначена на зразках проводів різного діаметру, а отже і з різною товщиною емаль ізоляції. Таким чином одержано експоненційну залежність з емпіричними параметрами для середньої напруги пробою від середньої товщини в діапазоні номінальних діаметрів від 0,10 мм до 0,63 мм: $U = 3096 \exp(0,014 t)$, де U у вольтах, а t в мікронах.



№ калібру в маршруте емалювання

Рис. 1 – Залежність часу релаксації міграційної поляризації τ для проводу ПЭЭИДХ2–0,63 в процесі емалювання: № 1–№ 10 нанесення поліефірімідного полімера (ПЕІ), $\varepsilon_1=3$; $\gamma_1=10^{-13}$ См/м; № 11–№ 14 нанесення поліефірамідного полімера (ПАІ), $\varepsilon_1=4$; $\gamma_1=10^{-11}$ См/м; пряма – значення τ для готового проводу.

СЕКЦІЯ 11. РІШЕННЯ ПОЛІВАРІАНТНИХ ЗАДАЧ У ХІМІЧНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ

ФУНКЦІОНАЛЬНА ОБРОБКА ТИТАНОВОГО СПЛАВУ VT6

Андрущенко О.О., Мизенко О.О., Пилипенко О.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Титан відноситься до числа активних металів, однак тонка оксидна плівка, яка утворюється на його поверхні за звичайних умов, обумовлює перехід титану до пасивного стану, тобто його хімічну стійкість у атмосфері, воді, розчинах більшості хімічних речовин. Природні оксидні плівки характеризуються малою товщиною ($\delta \approx 0,005\text{--}0,006$ мкм). В деяких спеціальних випадках необхідним є одержання на виробках з титану більш товстого оксидного шару, який повинен виконувати роль функціонального покриття, наприклад, забезпечувати електроізоляційні властивості, формувати підшар для наступного нанесення лакофарбових покриттів. Особливо актуальним є одержання штучних оксидних покриттів на виробках, призначених для використання як імплантатів при проведенні різноманітних операцій остеосинтезу в травматичній хірургії.

Для виготовлення медичних виробів використовують титанові сплави, наприклад, VT5, VT6, OT4. Широке застосування отримав сплав VT6, (3,5–5,3 % V, 5,3–6,8% Al), який має сприятливе поєднання міцності і технологічних властивостей. Хімічна стійкість титанових сплавів, як правило, знижується при збільшенні числа легуючих елементів. Оксидування імплантатів має вирішити наступні завдання:

1) зменшити ймовірність поверхневого руйнування імплантату, викришування і проникнення металевих частинок в навколишні тканини організму, що обмежує термін служби виробу і підвищує ризик появи запального процесу у кістковій тканині;

2) сформувати високорозвинену поверхню з інертним покриттям, яке повинне забезпечити максимальну біосумісність імплантату з оточуючими тканинами організму;

3) одержати покриття, які дозволять проводити швидкий відбір необхідних деталей у випадку наявності широкого асортименту однотипних виробів різного призначення, тобто одержати покриття-маркери.

Зазначеним вимогам цілком задовольняє процес електрохімічного оксидування, який дозволяє одержати оксидні плівки, які мають певну товщину, характеризуються однорідністю хімічного складу і мінімальною кількістю пор, що забезпечує їх досить високі захисні властивості.

Підвищення корозійної стійкості і одночасно біосумісності штучних плівок обумовлені хімічною інертністю TiO_2 . При електрохімічному оксидуванні відбувається формування високорозвиненої поверхні, що дозволяє поліпшити її контакт з кістковою тканиною.

Оксидні плівки, одержані шляхом електрохімічного окислення, за своєю природою відносяться до інтерференційно-забарвлених, тобто дозволяють проводити маркування виробів.

ЕЛЕКТРОДНІ ПРОЦЕСИ НА АЛЮМІНІЄВИХ ТА ВАНАДІЄВИХ СПЛАВАХ В ЛУЖНО-СУЛЬФАТНИХ ЕЛЕКТРОЛІТАХ

Байрачний Б.І., Желавська Ю.А., Вороніна О.В., Руденко Н.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В сучасній водневій енергетиці в значних об'ємах використовують електрохімічний синтез водню на металевих електродах з вуглецевих сталей. Для зменшення енергетичних витрат в електролізі води використовують сплави ванадію, які мають електрокаталітичну активність та сплави алюмінію, як анодні деполяризатори.

В роботі досліджені кінетичні залежності катодних реакцій на хромованадієвих сплавах в електролізі води. Присутність в сплаві карбіду ванадію зменшує перенапругу виділення на 150 – 200 мВ в порівнянні з вуглецевою сталлю, а також зменшує вирогідність відновлення феритних іонів на катодах, які негативно впливають на електроліз.

Досліджені також анодні реакції на алюмінієвих сплавах АМЦ та АМГ в лужних розчинах, які мають деполяризаційну дію при анодній поляризації, що дає змогу вести електроліз без виділення кисню на аноді при електролізі води. Визначені кінетичні параметри хімічного та електрохімічного розчинення алюмінієвих сплавів та вплив домішок на швидкість їх розчинення.

Найбільш ефективним деполяризуючим сплавом визначено сплав АМГ-1, швидкість анодного розчинення якого при $t = 20 - 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ в розчині 0,5 М NaOH становить $j = 1,5 - 2\text{ А/дм}^2$.

На основі досліджень вольтамперних залежностей та моделюванню впливу густин струму, температури та концентрації електроліту визначені оптимальні умови проведення електролізу водного розчину NaOH, який забезпечує виділення водню на катоді за рахунок відновлення протонів, а на аноді за рахунок хімічного розчинення та негативного “диференц-ефекту”.

Реалізація такого електролізу суттєво зменшує напругу на електролізері, виключає виділення кисню і зменшує матеріалоємність устаткування для електролізу.

Література:

1. Козак С.І. Хімічні основи корозії конструкційних матеріалів / С.І. Козак, М.В. Никипанчук, М.Г.Котур, В.В. Григораш. – Львів: Ліга-Прес, 2001, – 240 с.
2. Якименко Г.Я. Технічна електрохімія / Г.Я. Якіменко, В.М. Артеменко. – Харків: НТУ“ХПІ”, 2006. – 271 с.
3. Козин Л.Ф. Современная энергетика и экология / Л.Ф. Козин, С.В. Волков. – Киев: Наукова думка, 2006. – 773 с.

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ КАТИОНА НА ЕГО СПОСОБНОСТЬ К СОЛЬВАТИРОВАНИЮ С ОБРАЗОВАНИЕМ ГИДРАТИРОВАННОГО КАТИОНА

Блинков Н.А, Булавин В.И, Рыщенко И.М.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

При растворении в ионизирующих растворителях неорганических солей, имеющих преимущественно ионный тип связи, растворитель выполняет роль одновременно как ионизатора (способствует полному распаду вещества на ионы), так и лиганда, образуя сольватированный катион.

Сольватированный катион возникает благодаря способности катионов всех металлических элементов предоставить свободные орбитали для смещения на себя неподеленных электронных пар растворителя [1].

Это связано с высокой электроотрицательностью свободных ионов, что объясняет возможность смещения неподеленных электронных пар растворителя в их сторону по донорно-акцепторному механизму. Так, согласно закону Малликена, абсолютную электроотрицательность любого нейтрального атома или же иона в свободном состоянии возможно определить, исходя из энергии ионизации следующего электрона и энергии сродства к электрону, которая для катионов равна энергии ионизации предыдущего электрона.

Затем значения электроотрицательностей из шкалы Малликена в шкалу Полинга легко осуществить, возможно перевести по формуле[2]:

$$X_f = 0,336 \cdot (X_m - 0,615) \quad (1)$$

Результаты расчетов по теоретической электроотрицательности в шкале Полинга наиболее часто применяемых катионов в качестве адсорбентов дают следующие значения:

Таблица 1. Ионизационные электроотрицательности катионов.

Катион	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺
Э _о (в шкале Полинга)	23,39	13,95	8,96	21,66	30,54

Из данной таблицы видно, что энергии гидратации у лития, магния и алюминия – наибольшие, что делает их наиболее эффективными адсорбентами.

Литература.

1. Сольватация электронов в смесях углеводород-спирт / В.М. Бяков, В.Л. Бугаенко, В.И. Графутин [и др.]. - Москва : ИТЭФ, 1977. - 20 с.
2. Бацанов С.С. Структурная химия (факты и зависимости). / С.С.Бацанов, М.: Диалог – МГУ, 2000.

ИССЛЕДОВАНИЕ СУБСОЛИДУСНОГО СТРОЕНИЯ ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ Mg – O – C – Ni

Бражник Д.А., Рожко И.Н., Старолат Е.Е., Повшук В.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Периклазоуглеродистые огнеупоры находят широкое применение в высокотемпературных агрегатах черной металлургии и отличаются высокой окисляемостью содержащегося в них углерода. Для предотвращения этого недостатка в состав периклазоуглеродистых огнеупоров вводят антиоксидантные добавки, в частности Al, B₄C. В данной работе авторами предложено введение соединений Ni.

Для выявления возможности сосуществования никеля и оксида никеля с компонентами периклазоуглеродистых огнеупоров необходимо было провести термодинамические расчеты системы Ni – Mg – O – C.

Для проведения термодинамического анализа диаграммы состояния системы Mg – O – C – Ni рассматривали реакции:



При термодинамических расчетах приведенных реакций использовали уравнение энергии Гиббса без учета температурной зависимости теплоемкости и без учета полиморфных превращений никеля.

Исходя из полученных расчетных формул энергии Гиббса для представленных реакций(1) –(6), авторами был сделан вывод о преобладающем влиянии абсолютного значения энтальпии и, следовательно, об однозначности сосуществования фаз при температурах выше 800 °С.

Полученные результаты позволили определить сосуществующие фазы, а именно, MgO и C, MgO и CO, Ni и CO₂, Ni и CO, MgO и Ni, MgNi₂ и MgO и осуществить триангуляцию диаграммы состояния системы Mg – O – C – Ni.

Установлено, что никель может сосуществовать с углеродом при максимальном количестве C, CO, CO₂, NiO. Но при снижении количества углерода происходит образование NiO и термодинамическое сосуществование никеля с углеродом становится невозможным, и начинается взаимодействие никеля с кислородом (он начинает проявлять антиоксидантные свойства).

В связи с невозможностью контроля кислорода в технологических условиях службы периклазоуглеродистых материалов необходимо осуществлять синтез составов, ограниченных соединениями MgO, Ni, NiO, MgNi₂ и MgO.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕРМІЧНОЇ РЕГЕНЕРАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ СІРЧАНОКИСЛОТНИХ ТРАВІЛЬНИХ РОЗЧИНІВ

Булавін В.І., Крамаренко А.В., Ульянов В.П., Сьомкіна О.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В НТУ «ХПІ» розроблено [1] і випробувано в умовах досліду нову технологію термічної регенерації сульфатної кислоти з відпрацьованих розчинів (ВР), що утворюються при травленні скловолокна, склонитки й склотканини. Розчини, що поступають на регенерацію, мають витрату 3 м³/год із вмістом H₂SO₄ від 17 % до 25 %, Na₂SO₄ від 5 % до 10 %, органічні домішок – від 5 г/л до 13 г/л. Процес має кілька стадій: освітлення, попереднє випарювання води з ВР, розділення в апараті «киплячого шару».

На стадії випарювання, при температурі кипіння ВР, вищу за 210 °С, вміст H₂SO₄ у парі над розчином стає таким, що отримана конденсацією цієї пари вода потребує нейтралізації. Тому виникла необхідність знайти таку максимальну температуру кипіння, яка б виключала присутність істотних кількостей пари сульфатної кислоти над розчином.

Відомо [2], що над киплячими розчинами сульфатної кислоти з масовою часткою менш, ніж 80 % ($t_{\text{кип}} = 203\text{ }^{\circ}\text{C}$), вміст H₂SO₄ у рівноважній парі практично відсутній. На жаль, в літературі відсутні дані щодо складу потрійної системи H₂SO₄ – Na₂SO₄ – H₂O, ізопієстичного з таким розчином, а теоретичний розрахунок не дає задовільних результатів.

Нами було здійснено експеримент із урівноваження тиску пари над концентрованими розчинами загального складу $(1 - n)\text{H}_2\text{SO}_4 - n\text{Na}_2\text{SO}_4 - x\text{H}_2\text{O}$ (де $n = 0 \div 0,5$ моль) з тиском пари над 80 % розчином H₂SO₄. Попередньо зважені відкриті бюкси із розчином Na₂SO₄ у конц. H₂SO₄ витримувалися добу при 150°C у вакуумованих нержавіючих освинцьованих стаканах, заповнених наполовину ~79 % розчином H₂SO₄. Розчин у бюксі мав загальний паровий простір та гарний тепловий контакт із розчином у стакані. Повторним зважуванням визначався новий рівноважний склад розчину в бюксі з урахуванням води, що перегналася в бюкс з розчину у стакані.

За результатами експерименту знайдено ряд складів потрійної системи H₂SO₄ – Na₂SO₄ – H₂O, за яких розчин має однаковий тиск пари із 80 % розчином H₂SO₄. Матеріальний та тепловий баланс установки регенерації скориговано з урахуванням отриманих даних.

Література.

1. Булавин В. И. Технологическая схема регенерации отработанных серноокислотных растворов, содержащих сульфат натрия [Текст] / Булавин В.И., Крамаренко А. В., Ульянов В. П., Ульянова И. В. // Вісник НТУ «ХПІ». Збірник наукових праць.. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2015. – № 50 (1159). – С. 3–15
2. Амелин А. Г. Технология серной кислоты. Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. – М., Химия, 1983. – 360 с.

ОБҐРУНТУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ВОДНИХ РОЗЧИНАХ ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ

Білоус Т.А., Тульський Г.Г.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Пероксиоцтова кислота (ПООК) використовується в промисловості для синтезу епоксидів. Її отримують хімічним методом, проте продукт нестабільний та потребує спеціальних умов зберігання. Тому створення електрохімічної технології ПООК є актуальним.

Мета досліджень: дослідження кінетики анодних реакцій в водних розчинах оцтової кислоти для обґрунтування показників електрохімічних процесів.

Кінетичні показники визначались за результатами одержаних вольт-амперних залежностей (рис.). В табл. наведено дані впливу анодного потенціалу на $\frac{d \lg j}{d \lg C}$.

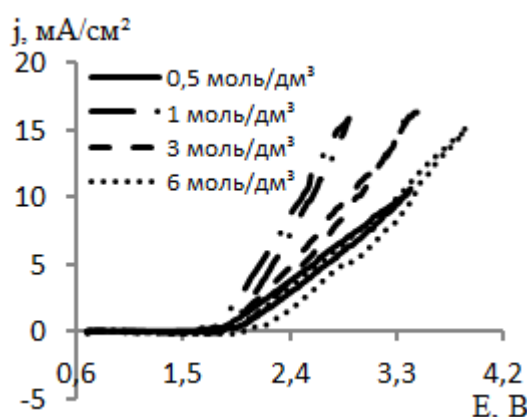


Рисунок – Анодні поляризаційні залежності на Pt в розчинах CH_3COOH

Таблиця – Вплив анодного потенціалу на $\frac{d \lg j}{d \lg C}$

E, В	1,8	1,9	2	2,2	2,6
$\frac{d \lg j}{d \lg C}$	1,25	0,86	0,69	0,57	0,48

Висновки: при потенціалах $\leq 1,8$ В протікає процес виділення кисню; з подальшим зміщенням потенціалу в анодну область $\frac{d \lg j}{d \lg C}$ набуває дрібних значень (< 1) – це свідчить про протікання декількох суміщених процесів (в нашому випадку виділення кисню, утворення пероксиду водню, ПООК, озону); електрохімічний синтез ПООК доцільно проводити при анодних потенціалах від 1,9 до 2,6 В.

КОРОЗІЙНА ПОВЕДІНКА СПЛАВУ Со-Мо У РОЗЧИНІ NaCl

Ворона Ю.М., Штефан В.В., Єпіфанова А.С.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Створення нових електрохімічних технологій передбачає одержання унікальних матеріалів, що характеризуються різноманітним комплексом властивостей, в тому числі і антикорозійних. На сьогоднішній день розвиток машинобудування, приладобудування та інших важливих галузей промисловості пов'язаний з використанням конструкційних матеріалів, які мають високі експлуатаційні показники. Для захисту металоконструкцій від згубного впливу навколишнього середовища в промисловості все частіше використовуються гальванопокриття плівками тугоплавких сплавів, зокрема сплавами молібдену з металами групи заліза [1].

Великий інтерес представляє сплав Со-Мо, який має ряд цінних фізико-хімічних властивостей, що залежать від співвідношення металів в сплаві. Так, сплави багаті Со, проявляють м'яко-магнітні властивості і можуть бути використані в пристроях запису інформації, герметичних контактах і магнітних сенсорах. При збільшенні вмісту Мо підвищується жароміцність, зносостійкість, твердість і корозійна стійкість сплавів, що дозволяє їх застосовувати в якості захисного покриття в умовах тертя і агресивних середовищах, в тому числі, які мають хлорид-іони [2].

Метою даної роботи є дослідження захисних властивостей покриття сплаву Со-Мо методом імпедансної спектроскопії у 3 % водному розчині NaCl із вмістом Мо 0, 10, 25, 50, 75, 85% методом імпедансної спектроскопії, зняття годографів [3,4]. На підставі отриманих параметрів запропоновано еквівалентні електричні схеми заміщення електродів та зроблені висновки про корозійну стійкість сплаву в хлоридних середовищах [5.6].

Література:

1. Патент 112925 Україна, МПК (2006.01), C25D 3/56. Електроліт для нанесення покриття кобальт-молібден / В. В. Штефан, А. С. Єпіфанова, А. В. Креч – Опубл. 10.11.2016; Бюл. № 21.
2. Теоретичні основи хімії рідкісних і розсіяних елементів підручник / М. Д. Сахненко, М. В. Ведь, В. В. Штефан, М. М. Волобуєв; за ред. М. Д. Сахненка – Харків: НТУ «ХПІ», 2011. – 424 с.
3. Электрохимическое поведение сплава Со-Мо в растворе сульфатной кислоты / В. В. Штефан: Харьков: НТУ «ХПІ», 2008. – № 33. – С. 58-61.
4. Анодна поведінка матеріалів на основі рідкісних і розсіяних елементів : навч.-метод. посіб. / Штефан В. В., Артеменко В. М., Смирнова О. Ю., Богоявленська О. В. – Х. : НТУ «ХПІ», 2015. – 120 с.
5. Synthesis of Ce-, Zr-, and Cu-Containing Oxide Coatings on Titanium Using Microarc Oxidation / V. V. Shtefan, A. Yu. Smirnova // Russian Journal of Electrochemistry. – 2015. – Vol. 51. – № 12. – P. 1168–1175.
6. Corrosion and electrochemical properties of binary cobalt and nickel alloys / M. Ved, T. Nenastina, V. Shtefan, T. Bairachnaya, N. Sakhnenko // Materials Science. – 2008. – 44, № 6. – P. 840–843.

ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ РОЗЧИНІВ НА ОСНОВІ КОНЦЕНТРОВАНОЇ НІТРАТНОЇ КИСЛОТИ

Гринь Г.І., Пономарьов В.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Процес утилізації розчинів нітратної кислоти та оксидів азоту вивчений недостатньо, немає надійних даних для створення технологій, не досліджено умови проведення процесів. Для досягнення поставленої мети необхідно більш глибоке і всебічне вивчення багатокомпонентних систем, створення наукової основи їх утилізації, що дозволить зрозуміти процеси, котрі протікають при цьому і вирішити важливі прикладні завдання, пов'язані з розробкою нових технологій.

На основі термодинамічних і кінетичних розрахунків обґрунтовано доцільність вилучення HF, I₂ і NO₂ методом віддувки повітрям розчинів HNO₃-N₂O₄-H₂O-HF-H₃PO₄ і HNO₃-N₂O₄-H₂O-I₂-HIO₃, термічного розкладання HNO₃, відновлення оксиду азоту (IV) карбамідом і вуглеамонійними солями, поглинання HF і I₂ і нейтралізації H₃PO₄, HIO₃ кальцієвмісними сполуками. Розраховано константи рівноваги хімічних реакцій та визначено лімітуючі стадії процесів термічного розкладання HNO₃, відновлення оксиду азоту (IV), поглинання HF і I₂. Установлено залежності виділення HF і I₂ з розчинів нітратної кислоти і оксидів азоту, що містять інгібітори корозії, від складу, температури і часу віддувки повітрям, ступеня поглинання HF кальцієвмісними сполуками від температури і часу.

Досліджено вплив гідродинамічних і технологічних параметрів на процеси вилучення HF і I₂ з багатокомпонентних систем, на ефективність роботи реактора відновлення оксиду азоту (IV) карбамідом і вуглеамонійними солями на процес поглинання і нейтралізації фтористого водню водними суспензіями кальцієвмісними сполуками. Визначено умови термічного розкладання водних розчинів HNO₃ масовою концентрацією 10–40 %. На основі наукових досліджень розроблено та запропоновано нові технології переробки і утилізації некондиційних систем на основі концентрованої нітратної кислоти і оксидів азоту, що містять інгібітори корозії. Розроблено принципові технологічні схеми, видано рекомендації щодо основного обладнання і конструкційних матеріалів, гідродинамічних та технологічних параметрів процесів.

Результати теоретичних і експериментальних досліджень фізико-хімічних основ процесів дали можливість рекомендувати технології переробки і утилізації некондиційних розчинів нітратної кислоти і оксидів азоту. Розроблено і запропоновано принципову технологічну схему переробки некондиційних систем на основі концентрованої нітратної кислоти, проведено розрахунок матеріальних та теплових балансів потоків, виконано техніко-економічний аналіз схеми процесу, встановлено екологічний ефект методу.

THE METHODS OF OBTAINING VANADIUM COMPOUNDS FROM THE TECHNOLOGICAL WASTE OF INDUSTRY

G.I. Gryn, D.S. Tsalina, N.N. Miroshnichenko, Y.A. Shlein

National Technical University

«Kharkov Polytechnic Institute», Kharkiv

Being base on the obtained data on maintenance free ammonia in vet ammoniac solution, for the study of process of besieging of metavanadate of ammonium solution was prepared with maintenance of a 100 g/l of MoO_3 in solution with the concentration of ammonia of a 60 g/l. The concentration of ammonia in the condensable solution is 110 g/l.

The leaching process was carried out for 60 minutes from a sample of catalyst weighing 15 g. As a result of the operation of the plant, the resulting solution contained 7.72 g/l of V_2O_5 , the MoO_3 concentration in the solution increased by 3 g/l and was 103 g/l, the nickel concentration in the solution Was 150 mg/l.

After precipitation of NH_4VO_3 , a precipitate was obtained from the solution. Its X-ray phase analysis showed that it contains $(\text{NH}_4)_4(\text{NiH}_6\text{Mo}_6\text{O}_{24}) \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, after further recrystallization, pure $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ can be obtained in a solution of ammonia.

The process of extracting components from spent catalysts in volumetric-type devices has been studied. It was found that the process of extraction of vanadium compounds is expediently carried out at concentrations of ammonia in a solution of 60 g/l and a temperature of 333K. The degree of vanadium extraction from the catalyst is 63%.

Was demonstrated that the extraction in flow-type devices is more effective than the volumetric type apparatus. The vanadium recovery process can be carried out at a temperature of 298 K. The degree of vanadium recovery from the catalyst is 66%.

Based on the studies carried out, the apparatus is proposed. It allows combining the processes of dissolution of the components in the form of filtration through a relatively low in the height of the catalyst bed and evaporation of the working solution in order to saturate and crystallize the vanadium compounds.

The leaching is carried out by the unsaturated compounds of vanadium and a saturated NH_4^+ solution. Because the solid phase always reacts with a new portion of the solution and simultaneously the process of separation and concentration of the vanadium compounds in the solution takes place, the degree of vanadium extraction is 95%.

THE METHOD FOR EXTRACTING MOLYBDENUM COMPOUNDS FROM TECHNICAL INDUSTRIAL WASTE

G.I. Gryn, D.S. Tsalina, N.N. Miroshnichenko, Y.A. Shlein

National Technical University

«Kharkov Polytechnic Institute», Kharkiv

Our studies have shown that the concentration of MoO_3 in a solution with an ammonia content of 120 g/l reaches 400 g/l. As for vanadium compounds, hydrogen peroxide increases the solubility of MoO_3 in ammonia solutions-the solubility of MoO_3 in a solution with an ammonia content of 60 g/l is increased to 450 g/l. Hydrogen peroxide also accelerates the rate of dissolution of molybdenum compounds, however, despite the increase in dissolution rate, the use of hydrogen peroxide in the process to reduce the dissolution time of molybdenum from 5 to 3 minutes is inappropriate, since the additional consumption of the reagent will not result in a significant increase in productivity.

Due to the presence of NH_4^+ ions in the proposed process, studies have been carried out to study the dissolution of ammonium molybdate, which showed that ammonia ions reduce the molybdenum content in the solution only after concentrations of ammonia in the solution of more than 100 g/l with an ammonia concentration of less than 50 g/l ammonia additive positively affects the solubility of molybdenum compounds, and its concentration reaches 350 g/l.

In the case of dissolution in water, the solubility of MoO_3 is relatively small and increases with increasing temperature.

The solubility of ammonium molybdate in water is much higher than that of molybdenum (VI) oxide and at 298K is 245 g/l in terms of MoO_3 , and the solubility increases to 430 g/l with increasing water temperature to 353-363K.

Thus, the presence of free ammonia in the solution is an important factor for increasing the solubility of molybdenum (VI) oxide.

Thus, as a result of studying the process of dissolution of molybdenum compounds, it was shown that the presence of ammonia ions is very important.

The process of dissolving molybdenum in ammonia solutions and water has been studied, the effect of hydrogen peroxide on the process has been shown, and conditions have been proposed for the precipitation of molybdenum compounds.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СПЕЦИАЛЬНОГО БАРИЙСОДЕРЖАЩЕГО ЦЕМЕНТА

Ивашенко М.Ю., Шабанова Г.Н.

*Украинский государственный университет железнодорожного
транспорта,*

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Технический прогресс не стоит на месте, и повседневное использование электрооборудования, как на производстве, так и в быту, приводит к повышению электромагнитного фона. Поэтому актуальным является разработка защитных строительных материалов, а именно специальных цементов с заданным комплексом физико-технических характеристик.

Для исследования физико-технических характеристик осуществлен выпуск опытно-промышленной партии барийсодержащего цемента на основе гексаферрита и моноалюмината бария. Сырьевые компоненты, включающие углекислый барий технический, глинозем и оксид железа, рассчитанные на получение в клинкере моноалюмината и гексаферрита бария, подвергались «мокрому» помолу (влажность 50 %) до удельной поверхности 350 – 400 м²/кг. Сушка сырьевой смеси осуществлялась в сушильном шкафу при температуре 100 – 110 °С. Обжиг осуществлялся при температуре 1300 °С с изотермической выдержкой 3 часа. Полученный клинкер измельчался до удельной поверхности 400 м²/кг.

Основной характеристикой ферромагнитных свойств материала является кривая намагничивания образца, то есть зависимость остаточной намагниченности образца от напряженности магнитного поля, действовавшего на помещенный в поле образец. Испытанию подвергались по пять образцов цилиндров, изготовленных из барийсодержащего цемента различного фазового состава. Намагничивание образцов производилось в соленоиде, обтекавшемся выпрямленным током. Измерение остаточной намагниченности образцов выполнялось в относительных единицах с помощью магнитометра. Все изготовленные образцы на основе синтезированных барийсодержащих цементов с высоким содержанием гексаферрита обладают ферромагнитными свойствами: остаточная индукция – 0,21 Тл; коэрцитивная сила – 340 кА/м; удельное электрическое сопротивление – $1,5 \cdot 10^5$ Ом·м; температура Кюри – 465°С.

Таким образом, в результате проведенных исследований разработан барийсодержащий цемент с ферромагнитными свойствами, который можно применять в качестве связки при производстве ферромагнитных материалов, а также при получении композиционных материалов по технологии неорганических вяжущих материалов. Применение разработанных барийсодержащих вяжущих материалов на основе алюминатов и ферритов бария позволит изготавливать безобжиговые изделия с ферромагнитными свойствами сложной конфигурации и больших габаритов.

КІНЕТИЧНІ ЗАЛЕЖНОСТІ ФОРМУВАННЯ ОКСИДНИХ ПОКРИТТІВ НА ТИТАНІ ТА ЇХ ВЛАСТИВОСТІ

Ковальова А.А., Байрачний Б.І., Токарьова І.А.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут»,

Харківський національний університет повітряних сил,

м. Харків

Анодні оксидні покриття (АОП) на сплавах титану використовують у техніці при створенні приладів з заданими функціональними властивостями. В залежності від природи електроліту та параметрів оксидування АОП мають аморфну або кристалічну будову. В роботі досліджувались кристалічні АОП, отримані на сплавах титану ОТ-4 та ВТ-1 в розчинах сульфатної кислоти з домішками NaCl.

Досліджені умови оксидування сплавів титану в гальваностатичному та вольтстатичному режимах у 0,7-4 молярних розчинах H_2SO_4 з домішками 50 г/дм³ NaCl. Отримані кінетичні залежності формування кристалічних АОП (густина струму, напруга формування, температура оксидування). Визначені концентрація сульфатної кислоти та йонів хлору, які забезпечують отримання оксидних покриттів, товщиною 5-10мкм. Оксидні плівки мають високі адсорбційні параметри по відношенню до каталітично-активних сполук ванадію та гідроксидних йонів. Такі властивості оксидних покриттів використані при створенні титаноксидних електродів порівняння в нейтральних та лужних сульфатних електролітах широкого діапазону концентрацій з рН від 7 до 16.

Електроди мають стабільні значення потенціалів при визначених концентраціях сульфатних та гідроксидних йонів. Стаціонарні потенціали титандиоксидних електродів визначаються активністю йонів OH^- в електроліті, які приймають участь в переході з кристалічної фази TiO_2 в електроліт. Механізм реалізації потенціалів визначається концентрацією гідроксидних йонів за співвідношенням електродів порівняння другого роду. Визначені емпіричні рівняння залежності потенціалів титандиоксидних електродів від концентрації йонів OH^- та температури.

Література.

1. Токарева И. А. Электродные равновесия в системе ниобий-оксид-электролит / Токарева И. А., Байрачный Б.И., Ляшок Л.В. // Вісник НТУ «ХПІ». Збірник наукових праць. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2016. – №28 (1021) - С. 143-147.
2. Якименко Г.Я. Гальванічні покриття / Г.Я. Якименко, В.М. Артеменко. – Х. : НТУ «ХПІ», 2009. – 147с.
3. Снежко Л.О Виділення водню на аноді під час плазмового електрокаталітичного оксидування титану / Л.О. Снежко, О.Л. Єрохін. // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2016. – №3, – С. 111-120.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ НА ОБЛАДНАННЯ СВЕРДЛОВИН

**Кустурова О.В., Шевченко Р.О., Жуган О.А., Печеніжська А.В.,
Подольян О.А., Дейнека Д.М.**

*Український науково-дослідний інститут природних газів,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В роботі розглянуто питання впливу корозійних процесів на продуктивність свердловин, в яких відбуваються фізико-хімічні процеси при технологічних операціях (закінчення, інтенсифікація, консервація та глушіння свердловин) та наведені лабораторні дослідження корозійного впливу 5 % розчинів хлориду: натрію, калію, кальцію, магнію, амонію на дистильованій воді на зразки матеріалу насосно-компресорних труб.

Встановлено, що найбільш агресивну дію до сталі, з якої виготовлені насосно-компресорні труби (33 мкм/рік) проявляють середовища на основі хлориду амонію, що пояснюється не тільки значним вмістом хлорид-іонів, які виконують роль активатора корозії через депасивацію анодної реакції, а і наявністю іонів амонію.

За результатами лабораторних досліджень зроблені висновки, що при проведенні технологічних операцій на тривалий строк від 25 діб, при вибірній температурі 393 К і більше, використання розчину хлориду амонію буде призводити до руйнування обсадних та насосно-компресорних труб. Тобто, використовувати рідин на основі хлориду амонію можна при короткострокових операціях, наприклад при промиванні привибійної зони свердловини. Технологічні операції у свердловині рекомендовано проводити на рідинах з менш вираженою корозійною активністю.

Література:

1. Токунов В. И. Технологические жидкости и составы для повышения продуктивности нефтяных и газовых скважин / В.И. Токунов, А.З. Саушин. – М.: Недра, 2004. – 711с.
2. Поп Г. С. Глушение скважин с предварительным блокированием продуктивных пластов дисперсными системами / Г. С. Поп, А. В. Бачериков. – М.: ВНИИЭгазпром, 1992. – 30с.
3. ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л., КАПУСТЕНКО П. А., БУХКАЛО С.И., ПЕРЕВЕРТАЙЛЕНКО А. Ю., АРСЕНЬЕВА О.П. Анализ теплообменных систем установок газификации нефтеперерабатывающих производств / Інтегровані технології та енергозбереження. – Х.: НТУ «ХПІ», 2011. № 3. – С. 54–62.
4. Кустурова О.В., Шевченко Р.О., Жуган О.А., Печеніжська А.В., Подольян О.А. Дослідження корозійної активності мінералізованих технологічних рідин / Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів – Х.: НТУ «ХПІ», 2016. № 29 – С. 19-23
5. Розенфельд И.Л. Ингибиторы коррозии / И. Л. Розенфельд. – М.: Химия, 1977. – 352с.

ЕЛЕКТРОЛІТИЧНІ ПОКРИТТЯ СПЛАВОМ ЗАЛІЗО-КОБАЛЬТ-ВОЛЬФРАМ

Лагдан І.В., Сахненко М.Д., Ведь М.В., Єрмоленко І.Ю.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Ефективне функціонування багатьох галузей промисловості передбачає удосконалення існуючих та розробку нових матеріалів підвищеної функціональності. Серед різноманітних матеріалів, що розроблюються і використовуються сьогодні, особливу увагу привертають електролітичні покриття, які відрізняються підвищеними фізико-механічними властивостями, а також можливістю нанесення покриттів при низьких температурах, не викликаючи зміни структури й властивостей матеріалу основи. Найбільш високі властивості серед електролітичних покриттів мають тернарні сплави, зокрема, металів підгрупи заліза з вольфрамом.

Робота присвячена дослідженню впливу параметрів гальваностатичного та імпульсного режимів електролізу на ефективність електрохімічного осадження сплаву Fe-Co-W з цитратного електроліту на основі заліза(III).

Покриття тернарними (Fe-Co-W) сплавами формували на підкладках з міді М1 з цитратного електроліту, що містить, моль/дм³: 0,075 Fe₂(SO₄)₃·9H₂O; 0,2 CoSO₄·7H₂O; 0,08 Na₂WO₄·2H₂O; 0,4–0,5 Na₃Cit·2H₂O; 0,1 Na₂SO₄; 0,1 H₃BO₃ (рН 4,3–4,6). Підготовку поверхні здійснювали за загальноприйнятою методикою. Електроліз проводили в скляній комірці за двохелектродною схемою з використанням радіально розташованих електродів з нержавіючої сталі 12Х18Н10Т в гальваностатичному режимі при густині струму 3–7 А/дм² за допомогою стабілізованого джерела постійного струму серії Б5-47. Елементний склад покриттів визначали методом EDX-спектроскопії.

Під час опрацювання електроліта для осадження тернарного сплава були отримані рівномірні, блискучі покриття. Приріст за масою від 0,03 за годину. Середній вихід за струмом складає 69%.

Товщину отриманих покриттів розраховували з урахуванням фактичного приросту маси зразків в процесі електролізу. Ефективність процесу електроосадження, а саме вихід за струмом, виявляли гравіметричним методом з урахуванням електрохімічного еквіваленту сплаву. Хімічний склад покриттів досліджували методом рентгенівської фотоелектронної спектроскопії.

Таким чином, використання цитратних електролітів на основі заліза (III) Fe-Co-Mo прогнозовано дозволяє одержувати покриття зі значним вмістом тугоплавких компонентів та високим ВС, бо спостерігається залежність між вмістом легуючих компонентів і виходом за струмом, а також густиною струму та виходу за струмом - при збільшенні густини струму збільшується вміст вольфраму та виходу за струмом.

ВИВЧЕННЯ ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДІОПРОЗОРОЇ КЕРАМІКИ

¹Лісачук Г.В., ¹Кривобок Р.В., ¹Захаров А.В., ²Григорук В.І.,
²Олійник В.В., ²Лаунець В.Л.

¹Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

Вивчено електродинамічні процеси відбиття та поглинання електромагнітних хвиль радіохвильового діапазону 26 – 37,5 ГГц розроблених керамічних радіопрозорих матеріалів на основі багатокомпонентної системи $\text{SrO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$.

Для визначення параметрів взаємодії електромагнітного випромінювання із керамічними матеріалами були використані зразки однієї товщини (1.5мм), що повністю заповнювали переріз стандартного хвилеводу з перерізом $7.2 \times 3.4 \text{ мм}^2$ та використана стандартна апаратура – вимірювач коефіцієнтів стоячої хвилі та ослаблення у складі генераторного блоку Р2-65 з індикатором Я2Р-67. Блок-схеми експериментальних установок для визначення коефіцієнтів передачі та відбиття наведені на рисунку.

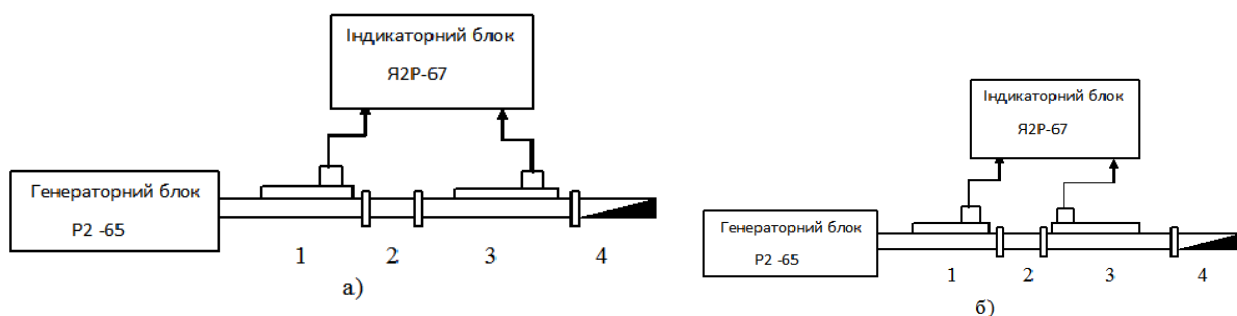


Рисунок - Блок-схеми експериментальних установок для визначення коефіцієнтів передачі (а) та відбиття (б): 1,3- напрямлені відгалужувачі; 2-хвилевід із зразком або без нього; 4-узгоджене навантаження

Встановлено, що матеріали характеризуються низькими значеннями діелектричних втрат $\epsilon = 3,8-5,6$ та тангенсу кута діелектричних втрат $\tan \delta = 0,005-0,001$ при 26-38 ГГц, коефіцієнт відбиття електромагнітних хвиль радіочастотного діапазону 2-6 дБ та коефіцієнт передачі 2-6 дБ.

В результаті проведених досліджень експериментально встановлено, що діелектрична проникність та тангенс кута діелектричних втрат розроблених матеріалів, мають порівняно невеликі значення, тому дають можливість забезпечити мінімальні відбиття та високий коефіцієнт передачі електромагнітної енергії, що в свою чергу забезпечує і високу радіопрозорість цих матеріалів у розглянутому діапазоні радіочастот.

Такі матеріали можуть бути використані у військовій, космічній та ракетній техніці, в авіаційній, електронній та інших галузях промисловості, на таких підприємствах КБ «Південне» ім. М.К. Янгеля та Державний концерн Укроборонпром тощо.

ЕЛЕКТРОДНІ ПРОЦЕСИ РОБОТИ ЕЛЕКТРОСТАБІЛІЗАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ ВОДИ

Лисенко А.В., Білоус Т.А., Тульський Г.Г.

***Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків***

Електродні процеси досліджувались потенціодинамічним методом. На підставі одержаних вольт-амперних залежностей було обрано технологічні показники роботи електростабілізаційної установки очистки води.

Катоди і аноди представляють собою плоскі пластини з розмірами $2000 \times 1000 \times 2$ мм. Кожен анод і катод працює на 2 сторони, тому його робоча поверхня складає 4 м^2 . В верхній частині пластин, по краях к пластинам приварено по 2 струмопідвода. Електродний блок повинен бути занурений в оброблювальну воду так, щоб верхній край пластин знаходився на 5-10 мм вище рівня води для уникнення протікання електродних процесів на струмопідводах.

Анод виготовлений з титану марки ВТ-1 з покриттям з оксидів титану та рутенію (70 % TiO_2 , 30 % RuO_2 – назва ОРТА; 70 % TiO_2 , 15 % RuO_2 , 15 % IrO_2 – назва ОИРТА). Катод виготовлений з вуглецевої сталі.

При включенні електродного блоку в роботу на катодних пластинах утворюється пористий шар карбонату кальцію, названим первинним. Густина струму при включенні повинна складати 2 А/м^2 (або 8 А на пластину). Через 0,5 години роботи густина струму збільшується до робочої.

На катоді відбувається відновлення розчиненого кисню з осадженням щільно прилягаючого шару карбонату кальцію і гідрооксиду магнію. По мірі утворення шару осаду на катоді опір електродного блока поступово збільшується, так що при постійній силі струму, напруга на електродному блоці збільшується приблизно на 20 % (залежно від товщини шару осаду).

Виділення водню на катоді сприяє утворенню в осаді карбонату кальцію та гідрооксиду магнію пор. Через пори до катоду буде підводитись струм і процес електролізу не припиняється.

Пористий шар карбонату кальцію виконує роль центра утворення зародків і викликає утворення на ньому затравочних кристалів, які є основою для виникнення кристалів підчас електролізу. При густині струму $5\text{-}10 \text{ А/м}^2$ кристали нарастають на пористому шарі осаду. При більш високій густині струму (до 100 А/м^2), кристали відриваються від катоду потоком водню, уносяться водою і падають на дно ванни.

В залежності від методу вилучення осаду (з між пластинчастого простору або з дна ванни) та складу оброблювальної води вибирають густину струму. Більш висока густина струму буде приводить до руйнування оксидного покриття анодів.

Електродний блок представляє собою пакет анодів, які чергуються (титан з активним покриттям – $\text{RuO}_2 + \text{TiO}_2$) і катодів (сталь) с ізолюючими прокладками.

ВИКОРИСТАННЯ ІНДУКЦІЙНО-ДИНАМІЧНОГО МЕТОДУ ПРЕСУВАННЯ В КЕРАМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Лігезін С.Л., Щукіна Л.П.

***Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків***

Підвищена енергоємність технологічних процесів в керамічному матеріалознавстві спонукає до створення нових менш вартісних керамічних технологій, що вимагає пошуку інновацій і серед методів пресування. Найпоширеніші способи статичного пресування діють з відносно плавним прикладанням сили у порівнянні з індукційно-динамічним методом, за якого сила дуже стрімко діє на матеріал з прикладанням величезної імпульсної дії. Зусилля пресування за означеним методом може сягати 5 ГПа, що за цим показником на порядок перевищує найкращі статичні методи.

Дослідження індукційно-динамічного методу пресування були проведені на експериментальних зразках різних за своєю природою порошків (глиновмісні та технічні) з відмінним гранулометричним складом. Метою досліджень було визначення придатності означеного методу пресування у застосуванні до об'єктів керамічних технологій на основі визначення впливу параметрів індукційно-динамічного пресування на властивості продуктів випалу порошків.

Встановлено, що для «грубих» (з шамотом фракцій 3–5 мм) та «тонких» (з шамотом фракцій менше 3 мм) глиновмісних порошків за температури випалу 1250 °С відбувалося зростання середньої густини та певне зменшення відкритої поруватості зі збільшенням кількості магнітно-імпульсних впливів, які на експериментальній установці забезпечувалися кількістю ударів. Пористість керамічних зразків, отриманих за температур 1200 і 1250 °С відповідає рівню, характерному для шамотно-глинистих вогнетривів, які зазвичай отримують за значно вищих температур 1350–1400 °С.

Індукційно-динамічне пресування тонких технічних порошків (розмір часток менше 0,063 мм) за температури випалу 1250 °С також дало зростання густини та зменшення поруватості зі збільшенням кількості ударів. Штрих-рентгенограма зразка, отриманого з такого порошку за температури 1250 °С, показала утворення заданої кристалічної фази, для синтезу якої зазвичай характерна більш висока температура, а саме 1450 °С.

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що індукційно-динамічний метод консолідації порошків є перспективним з точки зору вартості технологічного обладнання та енергозбереження в технологічних процесах. До того ж цей метод пресування є універсальним, який можна застосовувати як до технічних, так і глиновмісних порошків, що розширює області його використання в керамічних технологіях.

ELECTRODEPOSITION OF BRONZE COATINGS FROM PYROPHOSPHATE-TRILONATE ELECTROLYTE

Maizelis A.V., Ovcharenko G.V.

*National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv*

Increase of reliability and durability of machines, mechanisms, apparatuses and devices is an actual problem for their consumers and an actual task of their manufacturers. There is a need in corrosion-resistant and simultaneously wear-resistant coatings with low friction coefficient. The copper-tin alloy coatings, both low-tin ("yellow bronze") and high-tin ("white bronze") bronzes are among wear-resistant antifriction coatings. Bronze coatings are used for decorative purposes, in soldering, as a sublayer, in metal mirror manufacture, electrical contacts coating, in worn bronze parts restoration.

Toxic stannate-cyanide electrolyte is mainly used in the industry. Scientists developed non-cyanide electrolytes: pyrophosphate, phenolsulfonic, tripolyphosphate, tetrafluoroborate, sulfate, sulfamate and perchlorate electrolytes [1]. However, the rate of coatings deposition in this electrolytes is low, thick coatings (that are uniform in composition) cannot be deposited from this electrolytes. Moreover, the electrolytes are chemically unstable.

The conditions of stabilization of pyrophosphate-trilonate electrolyte composition were revealed based on the study of dynamics of redox processes in electrolyte containing Cu (I), Cu (II), Sn (II), Sn (IV) compounds. The kinetic parameters of copper codeposition with tin are determined by cyclic voltammetry and using rotating disk electrode. Parameters of contact exchange of copper and tin ions of electrolyte with a steel surface are calculated. It is shown that the contact exchange occurs in the potentials zone of compact coating deposition and can be used for open-circuit formation of alloy layers.

It is determined that the coatings with "yellow bronze" are alloys of "solid solution" type. The microhardness value of the resulting bronze coatings (170-200 HV) is higher than the microhardness of the metallurgical "yellow bronze". The microhardness increases with increase of tin content in alloy. Minor spread in values of microhardness of coatings deposited in the current density range of 5-18 A dm⁻² and over the samples surface indicates the stability of composition and physico-chemical properties of the coatings. Low internal stress measured using flexible cathode method makes it possible to deposit thick coatings (about 300 μm) to restore the surface of worn bronze parts. Coatings obtained on the surface of carbon steel and alloyed steel do not exfoliate after tests by application of scratches and thermal shock.

Reference:

1. V. V. Bondar', V. V. Grinina, V. N. Pavlov Jeлектроосаzhdenie dvojnyh splavov (Itogi nauki i tehniki) (Electrodeposition of binary alloys (Results of Science and technology). – 1979. – V. 16. – 329 p.

ЕЛЕКТРОСИНТЕЗ МЕТАНСУЛЬФОКИСЛОТИ

Матрунчик О.Л., Тульський Г.Г.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Метансульфо кислота широко застосовується в якості каталізатору реакцій нітрування, етерифікації, ацилювання, полімеризації олефінів, а також може бути використана для приготування електролітів і для отримання різних фармацевтичних препаратів, в хімічній, електронній та радіотехнічній галузях промисловості. Застосування електролітів на основі метансульфо кислоти гальмується через велику її вартість. Тому дослідження, спрямовані на розробку ефективної технології метансульфо кислоти, є актуальними.

Анодне окислення диметилсульфоксиду вивчалось на платиновому та двооксид свинцевому електродах вольтамперометричним методом в потенціодинамічному режимі та в умовах стаціонарної поляризації з використанням потенціостату ПІ-50.

Аналіз електроліту з вмістом метансульфо кислоти після електролізу проводили шляхом охолодження розчину, що містив диметилсульфоксид з метансульфо кислотою до 10-12 °С. При такій температурі диметилсульфоксид з метансульфо кислотою випадають в осад. Осад промивали охолодженою дистильованою водою з метою очистки від сірчаної кислоти. Після промивки осад розчиняли в теплій воді з наступним титруванням вмісту метансульфо кислоти.

Аналіз вольт-амперних залежностей платинового електрода в кислому розчині показує, що молекули ДМСО адсорбуються на поверхні аноду в області високих позитивних потенціалів (1,9-2,1 В), що відповідають окисленню диметилсульфоксиду. Для подальших досліджень обрано діапазон густин струму 1200-1600 А/м².

Аналіз вольт-амперних залежностей двооксид свинцевого електрода показав, що адсорбція вихідних речовин значно перевищує показники платинового електрода. Високі значення анодних потенціалів дозволяють зробити висновок, що процес одержання метансульфо кислоти перебігає через стадію утворення кисеньвмісних часток радикального характеру.

Вихід за струмом визначали в електролізері з розділенням катодного і анодного простору катіонітовою мембраною. Електроліз проводили протягом однієї години. Електрохімічний синтез метансульфо кислоти перебігає з високими виходами за струмом, як на платиновому (88-92%), так і на двооксидсвинцевому (більше за 95%) електродах. Але адсорбційні властивості двооксидсвинцевого електрода є вищими у порівнянні з платиновим.

Подальші дослідження будуть спрямовані на визначення, чи відбувається електрохімічне окислення ДМСО безпосередньо на аноді, чи шляхом окиснення за рахунок електрохімічного синтезу каталізатора переносника — пероксиду водню.

КОМПОЗИЦІЙНІ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНІ ПОКРИТТЯ НА ОСНОВІ НІКЕЛЮ, АРМОВАНІ УЛЬТРАДИСПЕРСНИМИ ЧАСТИНКАМИ

Овчаренко О.О., Сахненко М.Д., Ведь М.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Наведено результати дослідження процесу електроосадження композиційних електрохімічних покриттів (КЕП) на основі нікелю, армованих нанодисперсними частинками оксиду алюмінію.

Одним з актуальних напрямків сучасних технологій є створення композиційних матеріалів. Останнім часом ґрунтовне застосування знайшли композиційні матеріали на основі нікелю, модифіковані нанорозмірними частинками. Включення частинок нанофази дозволяє надати поверхні специфічні властивості: міцність, зносостійкість та корозійну стійкість. Захисне покриття $\text{Ni-Al}_2\text{O}_3$ може бути застосовано в таких галузях промисловості, як приладо- та машинобудування, виробництво підшипників, при виготовленні металорізального інструменту, прес-форм, а також для відновлення зношених деталей машин та механізмів.

Електросинтез покриттів проводили з сульфаміновокислого електроліту при густині струму $j = 2 - 3 \text{ А/дм}^2$, температурі $t = 25 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$, $\text{pH} = 4,0 - 4,5$ протягом 40 – 60 хв. Як дисперсну фазу до базового електроліту додавали 0,2 – 0,8 об'єму гідрозоля оксиду алюмінію. Диспергування Al_2O_3 проводили шляхом часткового хімічного розчинення у лужному середовищі при $\text{pH} \geq 13$. Вміст дисперсної фази в гідрозолі складав 4,0 – 4,6 г/дм³. Таким чином варіювання об'єму нанофази дозволило отримати електроліт з концентрацією наночастинок від 1,0 до 2,0 г/дм³.

Хімічний склад композиційних покриттів на основі нікелю, армованих нанорозмірним оксидом алюмінію, визначали рентгенофлуоресцентним аналізом шляхом реєстрації характеристичного рентгенівського спектру, отриманого за допомогою енергодисперсійного спектрометра INCA Energy 350. Ініціацію рентгенівського випромінювання здійснювали обробкою зразків пучком електронів з енергією 15 кеВ.

Результати дослідження елементного складу композитів $\text{Ni} - \text{Al}_2\text{O}_3$, показали, що з підвищенням концентрації дисперсної фази в електроліті від 0,5 до 1,5 г/дм³, вміст алюмінію зростає в інтервалі 0,33 – 1,13 ат.%, кисню 2,47 – 8,68 ат%. Отриманні знімки поверхні покриття вказали, що при найменшій концентрації є чіткий розділ на межі частинка – металева матриця. З подальшим зростанням вмісту оксиду алюмінію покриття стає більш щільним та дрібнозернистим, що призводить до розвитку меж між зернами – кристалітами, які в свою чергу є надійними перешкодами руху дислокацій. Вимірювання фізико-механічних властивостей композитів $\text{Ni} - \text{Al}_2\text{O}_3$ демонструють підвищення характеристик міцності з підвищенням вмісту нанорозмірних частинок оксиду алюмінію.

ТЕХНОЛОГІЯ СКЛОКРИСТАЛІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ДИСИЛІКАТІВ ЛІТІЮ З ВИСОКОЮ ПРОЗОРИСТІЮ

Петров Д.В., Брагіна Л.Л., Савцова О.В., Топчий В.Л.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Однією з актуальних тем сьогодення є розробка принципово нових матеріалів, які здатні витримувати високошвидкісні механічні навантаження, такі як захист від куль, та мають достатню прозорість для огляду території місцевості ведення бойових дій. Для вирішення вказаних задач найчастіше використовують сподуменові та кордієритові склокристалічні матеріали. Однак зростаючі вимоги до механічної міцності, твердості, в'язкості руйнування та технологічності обумовили необхідність розробки високоміцних ситалів на основі дисилікатів літію. Окрім механічних властивостей також необхідно забезпечити оптичну прозорість матеріалів, яка може бути отримана при визначених етапних термічних обробках. Розробка та впровадження таких матеріалів дозволить підвищити ефективність експлуатації військової техніки в умовах ведення бою з використанням сучасної зброї. Для впровадження розробки у виробництво важливим етапом є встановлення параметрів технології одержання вказаних матеріалів, що і склало мету даної роботи.

Літійсилікатні стекла було синтезовано при температурі 1250 °С в кремнеземних тиглях у високотемпературній лабораторній печі з карбідкремнієвими нагрівачами та кладкою з шамоту марки ШЛ. Засипку шихти здійснювали через кожні 30 хв. за фактом розвару скломаси. Після процесу освітлення для надання однорідності скломасі використовували кварцову мішалку. Відлив скломаси у форму проходив при температурі 1250 °С. Потім скло завантажили у піч відпалу при температурі 500 °С. Впродовж 16 годин температура в печі плавно знижувалась до 50 °С. У градієнтній печі досліджували температурні зони кристалізації. Було визначено, що прозорість скла досягалася при температурі 850 °С.

При дослідженні структури одержаних матеріалів було встановлено, що протікання в них тонкодисперсної низькотемпературної кристалізації з утворенням подовжених призматичних кристалів дисилікату літію забезпечує рівномірне розподілення напруги стиснення всередині матеріалів та формування їх високоміцного каркасу.

При комплексному вимірюванні фізичних параметрів були отримані наступні дані: щільність 2,38 – 2,43 г/см³, мікротвердість 7,0 – 8,0 ГПа, твердість за Віккерсом 6,8 – 8,67 ГПа, коефіцієнт інтенсивності напруг 2,4 – 3,4 МПа·м^{0,5}, модуль Юнга 90 – 95 ГПа, термостійкість 210 °С. Коефіцієнт пропускання дорівнював 0,7-0,72 при довжині хвилі спектру 420-650 нм.

Таким чином, за одержаними властивостями розроблені склокристалічні матеріали забезпечують високі показники необхідних експлуатаційних властивостей виробів з них.

**ВИСОКОРЕСУРСНІ КЕРАМІЧНІ МАТЕРІАЛИ
НА ОСНОВІ СИСТЕМИ $\text{CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2\text{-SiO}_2$**

Рищенко М.І., Федоренко О.Ю., Дайнеко К.Б., Лісюткіна М.Ю., Шевцов О.В.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Виробництво нових керамічних матеріалів з заданими структурою та фазовим складом, які здатні витримувати одночасну дію теплових, хімічних та механічних навантажень, є актуальним, оскільки відповідає зростаючим вимогам промисловості. Аналіз тенденцій використання керамічних матеріалів у різних галузях промисловості і будівельній індустрії свідчить про затребуваність у високоресурсних керамічних виробів, в т.ч. виготовлених з щільноспечених керамічних матеріалів з високою хімічною і термічною стійкістю та конструкційною міцністю. Необхідними умовами виробництва таких матеріалів є імпортозаміщуюча, енергоощаджуюча та екологічна орієнтованість технологій.

Метою роботи є розробка технології отримання хімічно та термічно стійких керамічних матеріалів, що базується на принципах ресурсо- та енергозбереження. Теоретичні та експериментальні дослідження спрямовані в напрямках використання техногенної сировини та скорочення енерговитрат за рахунок зниження температури і тривалості термообробки виробів.

На основі отриманих нових даних щодо субсолідусної будови систем $\text{CaO(MgO)-Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2\text{-SiO}_2$ визначені найбільш технологічні області для отримання високоресурсної щільноспеченої тіалітово-мулітової кераміки із зниженою температурою синтезу (до 1250°C).

З використанням методу математичного планування експерименту (ПФЕ 2²) розроблено серію сировинних композицій на основі вітчизняних сировинних матеріалів і відходів феротитанового виробництва. За результатами обробки отриманих даних визначено залежність основних експлуатаційних властивостей (кислото- та лугостійкості, міцності і термостійкості), що визначають функціональні якості кераміки, від співвідношення оксидів магнію і титану, яке обумовлює формування тіаліту і його твердого розчину складу $\text{Mg}_{0,3}\text{Al}_{1,4}\text{Ti}_{1,5}\text{O}_5$.

За комплексом властивостей визначені раціональні склади мас і технологічні параметри синтезу муліто-тіалітової кераміки з наступними властивостями: водопоглинання 0–0,5 %, міцність на згин і стиск 23 МПа і 163 МПа відповідно, лугостійкість 96,9 – 99,70 %, кислотостійкість 99,0 – 99,8 %, термічна стійкість 11 – 13 теплоступів.

Таким чином доведена можливість отримання при зниженій температурі випалу ($1200\text{--}1250^\circ\text{C}$) щільноспечених керамічних матеріалів муліто-тіалітового складу, використання яких забезпечить виготовлення високоресурсних виробів для тривалої служби в умовах одночасної дії високих температур і концентрацій агресивних речовин, механічних навантажень і різких температурних перепадів.

АНАЛІЗ ПОЛЯРИЗАЦІЙНИХ ДІАГРАМ НІКЕЛЕВОГО ЕЛЕКТРОДА В ЛУЖНОМУ РОЗЧИНІ

Сачанова Ю.І., Проскуріна В.О., Єрмоленко І.Ю., Школьнікова Т.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Серед відомих методів отримання водню тільки електроліз дозволяє роздільно проводити процеси відновлення (на катоді) і окиснення (на аноді), причому електрохімічний процес можна проводити в широкому діапазоні рН. Оскільки чиста вода відрізняється малою електричною провідністю, у промисловому електролізі до неї додають електроліти: кислоти, луги або солі [1]. Найбільшу електричну провідність мають розчини сульфатної кислоти, однак вони є корозійно агресивними і вимагають застосування дефіцитних електродних матеріалів. Тому в промисловому електролізі віддають перевагу лужним електролітам – розчинам КОН і NaOH, в яких доступні матеріали – залізо, нікель, нержавіючі сталі та ін. є стійкими [2].

При дослідженні ефективності виділення водню в лужному електролізі найбільш інформативним є вивчення катодної поляризації на різних матеріалах. Вибір цих матеріалів зумовлений порівняно невеликою перенапругою, доступністю цих матеріалів та їх можливістю утворювати сполуки, в яких окремі компоненти впливають на величину потенціалів, а відтак, і на зменшення загальної напруги.

Аналіз циклічних потенціодинамічних залежностей відновлення водню та окиснення кисню на нікелевому електроді в 1,5 молярному розчині КОН свідчить, що при катодній поляризації потенціал нікелю зсувається в негативну область до $E_i = -1$ В без збільшення густини струму. Лише при потенціалах, негативніших за -1 В, починається інтенсивне виділення водню та зростання густини струму, причому при повторному проведенні цього процесу суттєвих відмінностей не спостерігали. На вольт-амперних залежностях можна виділити дві ділянки змінення потенціалу катода: перша – від стаціонарного $E_{ст} = -0,1$ до $E_i = -1$ В має лінійний характер при незначному зростанні густини струму від 0 до $5 \cdot 10^{-3}$ А/см², і друга – від -1 В до $-1,3$ В, на якій відбувається значне підвищення густини струму, яке відбиває інтенсифікацію електродної реакції. Анодна поляризаційна залежність на нікелі має практично лінійний характер в інтервалі потенціалів від $E_{ст} = -0,1$ до $E_{ia} = 0,7$ В, а при потенціалах E_{ia} (0,8 – 1,2) В спостерігається зростання швидкості процесу.

Таким чином, діапазон потенціалів активного виділення газів в 1,5 молярному розчині КОН становить $E_{ік} = -(1-1,2)$ В для водню та E_{ia} (0,8–1,2) В для кисню.

Література:

1. Горбачов А.К. Технічна електрохімія: підручник у 5-ти ч. / А.К. Горбачов; за ред. д-ра техн. наук, проф. Б.І.Байрачного. – Х.: ВАТ "Видавництво "Прапор", 2002. – Ч.1. – 258 с.
2. Балыбин Д.В. Принципы и пути управления кинетикой и механизмом электрохимических процессов. Реакция выделения водорода на железе / Д.В. Балыбин, В.И. Вигдорович, Л.Е. Цыганкова // Вестник ТГУ. – 2013. – Томск. – Т.12, № 4. – С. 1230–11236.

ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ ПОЛІРУВАННЯ МІДІ У ФОСФАТНІЙ КИСЛОТІ З ДОБАВКАМИ СПИРТІВ

Сільченко Д.С., Пилипенко О.І.

***Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків***

Процес електрохімічного полірування полягає у розчиненні поверхневого шару металу при анодній обробці в розчині електроліту. В результаті такої обробки з поверхні деталі видаляється зовнішній деформований шар та формується нова поверхня з вирівняним рельєфом, яка характеризується меншою величиною мікронерівностей, не має значних за товщиною оксидних або інших плівок, сторонніх включень, прихованих дефектів.

Деформований шар на поверхні металу утворюється при проведенні операцій механічної і термічної обробки, яким піддають металеву заготовку для отримання певного виробу або напівфабрикату. Внаслідок цього відбуваються значні зміни стану поверхні металу, що здебільшого концентруються в приповерхневому шарі, який за своїми складом і структурою відрізняється від характеристик матеріалу в його об'ємі. В цьому шарі накопичуються чужорідні включення, внутрішні і зовнішні дефекти, концентратори механічної напруги, що негативно впливають на експлуатаційні характеристики деталі.

Виключити механічний і термічний вплив на поверхню металу при виготовленні з нього деталі неможливо, як неможливо видалити утворений дефектний шар будь-яким способом механічної обробки матеріалу; хімічне або електрохімічне травлення також не повністю розв'язує цю задачу. Електрохімічне полірування (електрополірування) в даному випадку має ряд беззаперечних переваг оскільки дозволяє проводити контрольоване розчинення з заданою швидкістю і формувати поверхню, яка майже не містить дефектів, що виникають при механічній обробці металу. Вироби з металу після проведення електрополірування стають блискучими і набувають більш високих механічних показників – підвищується межа витривалості, міцність, опір утомленості, пружність, корозійна стійкість, знижується коефіцієнт тертя та зношення деталей.

Методом електрохімічного полірування проводять обробку металевих деталей перед нанесенням покриттів, осаджених гальванічних покриттів, деталей з завищеними розмірами для їх зменшення, деталей з метою видалення з їх поверхні задирок і рисок, заточування робочих поверхонь інструменту, приготування металографічних шліфів, виробництві медичного інструменту.

Метою проведеної роботи є дослідження процесу електрохімічного полірування виробів з міді марки М00 у електролітах на основі фосфатної кислоти з добавками одно- та багатоатомних спиртів, а саме: встановлення впливу добавок на електродну поляризацію та діапазон напруг при поліруванні міді, якості обробки деталей, анодний вихід за струмом, швидкість її травлення, необхідність або відсутність необхідності проведення попередньої обробки деталей.

АЛМАЗНО-АБРАЗИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ НА КЕРАМІЧНИХ ЗВ'ЯЗКАХ: ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ, ОТРИМАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ

Федоренко Д.О., Федорович В.О. Федоренко О.Ю., Дайнеко Є.Б.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

При проектуванні алмазно-абразивного інструменту (ААІ) основними принципами підвищення працездатності є створення умов для ефективного використання алмазів шляхом оптимізації складу алмазозносного шару і підбору зв'язки із заданими властивостями. Попередніми дослідженнями встановлено, що спрямована зміна фізико-механічних і теплофізичних властивостей зв'язки дозволяє зменшити рівень навантажень, що виникають на етапі виготовлення та експлуатації алмазних кіл. Це свідчить про необхідність визначення якісних і кількісних характеристик зв'язки, які забезпечують оптимальні умови виробництва та збільшення терміну ефективної експлуатації ААІ.

В результаті кінцево-елементного моделювання процесів спікання алмазозносного шару і шліфування різних конструкційних матеріалів визначено властивості керамічної зв'язки, що забезпечують цілісність алмазних зерен при виготовленні кіл та сформульовано практичні рекомендації щодо вибору характеристик інших компонентів інструменту для оновлення ріжучих поверхонь зерен при шліфуванні в режимі самозагострювання.

Розробка легкоплавкої керамічної зв'язки базувалася на обґрунтованому виборі склоподібної складової, вторинного абразиву і пороутворювача. На підставі прогнозової оцінки структурних особливостей, технологічних, теплофізичних і механічних властивостей композицій систем $\text{PbO} - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, $\text{Na}_2\text{O} - \text{PbO} - \text{SiO}_2$, $\text{Na}_2\text{O} - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, а також вирішення задачі оптимізації з урахуванням прийнятих обмежень, розроблено склад складокомпоненту зв'язки із заданими властивостями, який забезпечує консолідацію алмазозносного шару при температурі 600-620 °С. Як вторинний абразив використовували карборунд, який здатний витримувати високі температури, має низький КТР ($3,6 \cdot 10^{-6}$ 1/К), теплопровідність ($\lambda = 16$ Вт/м·К при 1000 °С), високу міцність ($E = 200$ ГПа) та є хімічно інертним. За результатами дослідження процесу формування структури зв'язки за участю пороутворювачів різних типів для отримання керамоматричного алмазовмісного композиту з пористістю 32-38 % рекомендовано введення 2-3 мас. % Li_2CO_3 відповідно.

Експериментально встановлено, що ступінь руйнування зерен при спіканні алмазозносного шару на легкоплавкій керамічній зв'язці не перевищує 10 %, тоді як при використанні типової зв'язки K1-01 цей показник становить 37 %. Аналіз параметрів 3D топографії робочої поверхні дослідних штифтів показав, що мікрорельєф поверхні характеризується великою кількістю гострих ріжучих кромки, а значення відносної опорної площі t_{ps} змінюється при шліфуванні в межах 0,4-0,6 %. Встановлено, що штифти, виготовлені з використанням розробленої керамічної зв'язки, відрізняються підвищеною ресурсністю та ріжучою здатністю завдяки мікроруйнуванню зерен з розвитком малих контактних поверхонь, які виконують роль додаткових ріжучих мікрограней, що попереджає утворення площадок зносу та збільшує ресурс роботи зерен і ААІ в цілому.

ДОСЛІДЖЕННЯ БАКТЕРИЦИДНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КАЛЬЦІЙФОСФАТОСИЛКАТНИХ СКЛОКРИСТАЛІЧНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ДЕНТАЛЬНОЇ ІМПЛАНТОЛОГІЇ

Фесенко О.І., Саввова О.В., Бабіч О.В., Уманець А.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Однією із основних проблем проведення відновлювальної дентальної імплантології є те, що термін зрощування імплантату з кісткою визначається не тільки біоактивністю імплантату, а й запальними процесами тканин. Саме забезпечення антисептики є одним з головних факторів ефективного впровадження та функціонування ендопротезу в організмі. На сьогоднішній день основним бактерицидним агентом кісткових імплантатів, що застосовується для зменшення локального бактерицидного навантаження та пришвидшення загоювання кісткової тканини є аргентум. Однак, використання аргентуму обмежується його значною токсичністю та кумулятивним ефектом. Тому актуальним є створення вітчизняного біоактивного нетоксичного склокристалічного покриття по сплавах титану для дентальної імплантології, що буде характеризуватися одночасно зниженим терміном резорбції та бактеріостатичною дією відносно патогенних мікроорганізмів.

Метою даної роботи є дослідження бактерицидних властивостей склокристалічних покриттів по сплавах титану стоматологічного призначення.

Дослідження токсичності і бактерицидних властивостей розроблених склокристалічних покриттів проводили методом визначення дегідрогеназної активності біотесту *E.coli*, в умовах помірного й жорсткого бактеріального зараження, та дифузійним методом на щільному живильному середовищі.

За результатами дослідження кальційфосфатосилкатного склокристалічного покриття, яке вміщує бактерицидний агент у кількості 1 мас.% на 100 мас.% фрити, методом визначення дегідрогеназної активності встановлено, що:

- при початковій щільності біотесту *E.coli* 10^3 та 10^6 кл/см³, впродовж 6 годин інкубування, зразок проявляє бактеріостатичну дію відносно біотесту, зі зниженням швидкості утворення ДГА у 2,3 та 1,2 рази відповідно;

- при збільшенні терміну контакту до 24-х годин, при обох концентраціях, бактерицидний ефект покриттів практично відсутній, що вказує на адаптування культури *E.coli* до активних агентів покриття.

На щільному живильному середовищі міграція токсичних речовин є обмеженою і проявляється як бактерицидний ефект у місцях їх контакту з поверхнею середовища.

Встановлено, що введення бактерицидного агенту до складу розроблених кальційфосфатосилкатних покриттів забезпечить наявність комплексу взаємовиключних властивостей, а саме не токсичності та бактеріостатичності. Саме це забезпечить необхідний бактерицидний захист впродовж першої доби імплантування, і, як наслідок, зменшить вірогідність протікання запальних процесів в зоні імплантації та скоротить термін реабілітації пацієнтів.

СЕКЦИЯ 12. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН, ПЕРЕРОБКИ ГОРЮЧИХ КОПАЛИН І ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

ВЕРИФИКАЦИЯ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ БЕЛКОВ С ПОМОЩЬЮ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА

Апальков Б.Р., Климова Е.М., Огурцов А.Н.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Низкомолекулярные белки необходимы для тонкой регуляции метаболических процессов и очень важны как для диагностики, так и для направленного лечения различных заболеваний [1]. На современном этапе развития биотехнологической промышленности существует целый ряд проблем, одна из которых – верификация минорного количества целевого продукта.

Одним из самых эффективных методов верификации белков является электрофорез, поскольку он позволяет определить молекулярный вес белков и их суммарный заряд, что является необходимой информацией для выбора метода очистки целевого продукта. Однако не все виды электрофореза одинаково эффективны в различных случаях.

Для верификации низкомолекулярных белков были использованы методы капиллярного электрофореза, электрофореза в полиакриламидном геле и зимография. В качестве источника целевых белков была взята сыворотка крови человека и цитозольная фракция ткани вилочковой железы человека. Данные образцы были выбраны, поскольку они содержат широкий спектр белковых фракций, молекулярный вес которых находится в пределах от 10 да 300 кДа.

В ходе исследования были доработаны и усовершенствованы методики определения низкомолекулярных белков: шаперонов (белки теплового шока, БТШ) и металлопротеиназ.

Для верификации шаперонов самым эффективным методом оказался капиллярный электрофорез благодаря высокой разрешающей способности, обусловленной электроосмотическим потоком на стенках капилляра, в котором происходит разделения смеси белков [2].

В тоже время для верификации металлопротеиназ был выбран метод зимографии, так как с помощью этого метода возможно определить не только качественно и количественно данный белок, но и определить его ферментативную активность за счёт сополимеризации субстрата данного фермента в разделяющий гель.

Усовершенствование методик позволило определить большее количество белковых фракций, что, в свою очередь, позволяет более качественно оценивать чистоту конечного продукта биотехнологического производства.

Литература:

1. Berg J.M. Biochemistry, 7th Ed. / J.M. Berg, J.L. Tymoczko, L. Stryer. – New York : W.H. Freeman and Company, 2012. – 1224 p.
2. Апальков Б.Р. Разработка и верификация технологии производства рекомбинантных шаперонов – регуляторов апоптозного каскада :дипл. работа / Б.Р. Апальков. – Харьков, 2016. – 100 с.

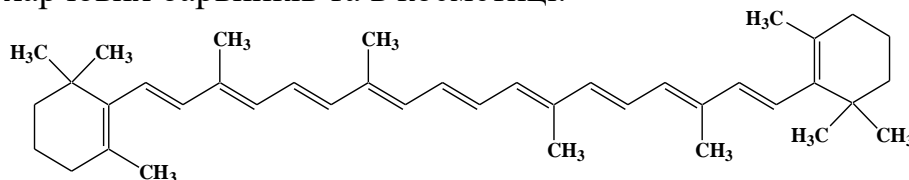
АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ β -КАРОТИНУ МІКРОБІОЛОГІЧНОГО

Баранова Л.В., Кричківська Л.В., Мироненко Л.С.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

β -Каротин – $C_{40}H_{56}$, жиророзчинний, помаранчево–жовтий пігмент з групи каротиноїдів, попередник вітаміну А, який використовують для виробництва харчових барвників та в косметичці.



Метод отримання натурального β -каротину оснований на мікробіологічному синтезі із біомаси міцеліального гриба *Blakeslea trispora* з наступним очищенням продукту шляхом фільтрування та сушки. Вихідною сировиною для виготовлення каротину є побічні, проміжні продукти та відходи крохмале–патокового заводу, консервної, масляної та м'ясомолочної промисловості [1].

Мікробіологічний β -каротин отриманий з *Blakeslea trispora* новий альтернативний варіант отримання харчової добавки з урахуванням вартості сировини та готової продукції є економічно вигідним продуктом. Дана технологія є перспективною, оскільки дозволяє отримати готовий продукт достатньо високої якості, що дозволяє пропонувати продукцію на міжнародному ринку. Технологія отримання мікробіологічного β -каротину є екологічно чистою через відсутність шкідливих викидів і використання не агресивних хімічних речовин.

Синтетичні каротиноїди погано засвоюються організмом людини та не мають лікувального ефекту, можуть викликати алергію [2]. Використання рослинної сировини в якості джерела каротину має ряд недоліків – сезонний характер, залежить від екологічного стану ґрунтів, суттєво знижується за рахунок накопичення джерел рослинних хвороб, потребує масштабних посівних площ. Як харчова добавка, β -каротин мікробіологічний використовується в харчовій промисловості в якості безпечного натурального барвника. Є джерелом вітаміну А, що є антиоксидантом та ефективним засобом захисту організму від впливу радіації, а також профілактичним препаратом проти серцево-судинних і онкологічних захворювань [2]. Таким чином, збільшення виробництва β -каротину мікробіологічного із *Blakeslea trispora* є актуальним та економічно вигідним.

Література:

1. Петрова Ж.О. Розробка процесів одержання каротиновмісних харчових продуктів: Дис. канд. техн. наук: 05.18.12 / Інститут технічної теплофізики НАН України. – Київ, 2004. – 218 с.
2. Кричківська Л.В. Биотехнология каротина / Л.В. Кричківська, Н.С. Кунщикова, В.П. Мартиновський, Г.В. Донченко, Н.А. Кунщикова, С.И. Чернышев. – Харьков, 2003. – 56 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВМІСТУ ПАТОК КРОХМАЛЬНИХ У МОРОЗИВІ НА МОЛОЧНІЙ ОСНОВІ

Басс О.О., Поліщук Г.Є.

Національний університет харчових технологій, м. Київ

Крохмаль – це універсальний продукт, який використовують у харчовій, фармацевтичній, текстильній, паперовій, шкіряній та інших галузях промисловості. В Україні з кукурудзяного крохмалю також виготовляють патоки крохмальні, які характеризуються різним ступенем оцукрювання, значеннями декстрозного еквіваленту (ДЕ) і, відповідно, різним технологічним ефектом у складі морозива. Патоки, які мають низький ДЕ, дещо підвищують кріоскопічну температуру ($t_{кр.}$) сумішей порівняно з цукром, що є неприпустимим, але позитивно впливають на опір морозива таненню. Для паток з високим ДЕ даний ефект є протилежним. Дані технологічні відмінності напряду впливають на якість готового продукту.

Метою наукового дослідження є визначення допустимих діапазонів вмісту паток з різним ДЕ у сумішах для забезпечення $t_{кр.}$, яка не вища за таку для контрольних зразків класичних видів морозива з цукром.

Досліджували $t_{кр.}$ сумішей морозива молочного (масова частка жиру 3,5 %), вершкового (10 %) та пломбіру (15 %) з вмістом патоки в діапазоні 0...14,0÷15,5 % з декстрозним еквівалентом у межах від 34 до 98 (патока крохмальна низькооцукрена (ПК), середнього ступеню оцукрювання (ИГ-42 та ИМ-50) та високооцукрена патока (ГФС)). $t_{кр.}$ сумішей визначали за допомогою вимірювального комплексу, розробленого науковцями кафедри теплоенергетики та холодильної техніки НУХТ. Математичні моделі, що описують зміну $t_{кр.}$ сумішей морозива з крохмальною патокою різного ступеня оцукрювання, отримали за допомогою математичного пакету MathCAD 15.

В результаті проведених досліджень доведено доцільність застосування паток різного ступеня оцукрювання у складі морозива на молочній основі. Науково підтверджено залежність $t_{кр.}$ сумішей морозива від вмісту та ступеня оцукрювання крохмальних паток. Визначено оптимальні діапазони вмісту паток та їх декстрозного еквіваленту для формування належної структури готового продукту під час фризераування сумішей, загартування м'якого морозива та його зберігання.

Було встановлено, що для забезпечення рекомендованої кріоскопічної температури сумішей морозива молочного ($t_{кр.} \leq -2,56$ °C) масова частка патоки з декстрозним еквівалентом у межах від 59,6 до 97,7 має бути в діапазоні 10,85...15,5 %. Для морозива вершкового ($t_{кр.} \leq -2,61$ °C) і пломбіру ($t_{кр.} \leq -2,87$ °C) масова частка патоки ($59,5 \leq \text{ДЕ} \leq 97,5$ та $58,5 \leq \text{ДЕ} \leq 97,5$) може досягати практично однакових значень від 9,75 до 14 % і від 9,70 до 14 % відповідно.

В реальних умовах харчових виробництв отримані результати мають практичне значення для технологів і можуть бути застосовані для розрахунку рецептур морозива на молочній основі, що дозволить цілеспрямовано керувати формуванням належних показників якості готового продукту.

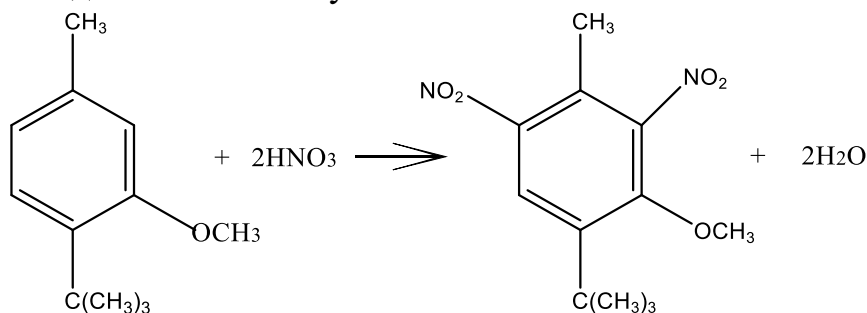
АКТУАЛЬНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА СИНТЕТИЧНОГО АМБРОВОГО МУСКУСУ

Блищик Т.О., Анан'єва В.В., Бєлінська А.П.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Амбровий мускус застосовують як ароматизатор для виготовлення косметичних засобів. Широко застосовується в парфумерії, тому що він добре фіксує і облагороджує запахи. Мускус відноситься до розряду парфумерної класики нарівні з амброю. Його аромат – різкий, терпкий, сухий, чуттєвий, особливу популярність отримав на Близькому Сході, де є найпопулярнішим чоловічим ароматом. Друге його важливе призначення – робити парфуми стійкими. Всього десятої частини краплі достатньо, щоб парфум тримався на носії протягом доби [1].

Існує три способи отримання даного ароматизатора: синтетичний, з залоз кабарги і кореню дягеля. Синтетичний амбровий мускус отримують нітруванням метилового ефіру трет-бутил-*m*-крезолу в присутності азотної кислоти та оцтового ангідриду з подальшим виділенням, фільтрацією, промивкою та відгонкою домішок з гострим паром, виділенням бензином, фільтрацією та відгонкою бензину.



Натуральний амбровий мускус майже не добувають, оскільки мускусних оленів залишилось мало, і вони занесені в Червону книгу України, а в дягелі міститься дуже мала кількість сировини, тому такий спосіб отримання не є рентабельним [1]. Хімічний синтез амбрового мускусу є актуальним альтернативним варіантом отримання ароматизатора, і, з урахуванням вартості сировини та готової продукції, є економічно вигідним продуктом. Дана технологія є перспективною, оскільки дозволяє отримати готовий продукт достатньо високої якості, що дозволяє пропонувати продукцію на міжнародному ринку. Технологія отримання синтетичного амбрового мускусу не є екологічно чистою, так як в технологічному процесі мають місце шкідливі виробничі чинники і використання агресивних хімічних речовин [2]. Це викликає необхідність впровадження на підприємство інноваційних екологічних технологій. Таким чином, виробництво амбрового мускусу на сьогоднішній день є актуальним та економічно вигідним.

Література:

1. Марголина А.А. Новая Косметология / Марголина А.А. – Красноярск: Красноярское книжное издательство. – 2006.
2. Войшвилло Г.В. Большая энциклопедия химии / Войшвилло Г.В. – М.: Альфа книга. – 1990.

ОКИСНА СТАБІЛЬНІСТЬ ЦУКЕРКОВОЇ МАСИ НА ОСНОВІ СУМІШІ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

Бочкарев С.В.¹, Кричківська Л.В.¹, Матвеева Т.В.²

¹Національний технічний університет «ХПІ»

²Український науково-дослідний інститут олій та жирів НААН, м. Харків

Для спортсменів питання раціонального харчування набуває вкрай важливого значення, оскільки взаємозв'язок харчування і фізичної працездатності в даний час не викликає сумнівів. У попередніх дослідженнях розроблено білково-жирову основу для цукристого кондитерського виробу підвищеної біологічної цінності, зниженої калорійності і подовженого строку придатності, що може використовуватися для організації раціонального харчування спортсменів [1]. Об'єктом збагачення білково-жировою основою обрано цукеркову масу для виробництва цукерок типу «трюфель», яка є тонкоподрібненою масою на основі цукру, жиру, з додаванням або без додавання злакових або інших культур, харчових добавок та інших видів сировини, з масовою часткою жиру не менш ніж 18 %.

В лабораторних умовах одержано цукеркову масу, що містить шоколадний крем (частково фракціоновані олії і жири, знежирене какао, цукор, лецитин) – близько 82 % мас., пальмову олію з температурою плавлення 25-40 °С – близько 8 % мас. і білково-жирову основу – близько 10 % мас.

Досліджено окисну стабільність виробленої цукеркової маси у порівнянні з контрольним зразком. Як контрольний зразок використано цукеркову масу, у якій білково-жировий продукт замінений на суміш подрібненого соняшникового насіння з соняшковою олією. Співвідношення між жировими та білковими компонентами у зразках цукеркових мас, збережено. З результатів експериментів з'ясовано, що період індукції прискореного окиснення цукеркової маси, збагаченої білково-жировим продуктом, що становить $9 \pm 0,2$ год., збільшується в 1,4 рази у порівнянні з контрольним зразком цукеркової маси, який дорівнює $6,5 \pm 0,2$ год.

Зразки отриманої цукеркової маси, що виготовлені з додаванням білково-жирового продукту, за основними фізико-хімічними показниками не відрізняються від зразків, що одержано за промисловою рецептурою, але вміст жиру в них нижче на 3-4 %, і, відповідно, нижча енергетична цінність. Очікуваний термін зберігання завдяки присутності антиоксидантів, таких як сезамол та токоферолі має бути 2-4 місяці. Розроблена цукеркова маса відрізняється високими органолептичними показниками, а саме має ніжну консистенцію, приємний горіховий смак без використання штучних ароматизаторів та смакових речовин, без яких сьогодні не обходиться виробництво більшості цукристих кондитерських виробів.

Література:

1. Бочкарев С. В. Розробка білково-жирової основи цукристих кондитерських виробів для харчування спортсменів [Текст] / С. В. Бочкарев, В. Ю. Папченко, Т. В. Матвеева, А. П. Белінська, В. А. Руднев // Технологический аудит и резервы производства. – 2016. – №5 (31). – С. 58– 64.

УДОСКОНАЛЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА М'ЯКОГО СИРУ З ВИКОРИСТАННЯМ СИРОВАТКОВОГО ПАРАПРОДУКТУ ХАРЧУВАННЯ

Бурлуцька Т.С., Бєлих І.А., Огурцов О.М.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В останнє десятиліття зріс попит на продукти високої поживної та біологічної цінності, в першу чергу, на м'які сири з козячого молока. Одним з можливих напрямків розвитку бізнесу в сироварінні є виробництво таких видів сирів, для яких немає конкуренції з боку асортименту діючих заводів [1].

Мета даної роботи – розробка оптимальної технологічної схеми виробництва м'якого сиру з козячого молока, удосконалення процесу його виробництва, а також поліпшення якості готової продукції для підвищення її конкурентоздатності на вітчизняному та світовому ринках шляхом використання нового препарату «Сироватковий парапродукт харчування» («СПХ») [2].

Сироватковий парапродукт харчування представляє собою сироватку термічно обробленої суміші, що складається з твердого козиного сиру і його підсирної сироватки з концентрацією сиру не менше 5 % [3].

На основі проведеного літературного пошуку запропоновано виробництво м'якого сиру з козячого молока з додаванням «СПХ» на стадії сквашування молока.

У доповіді буде представлений спосіб виготовлення м'якого козячого сиру з додаванням «СПХ» та результати оцінки якості сиру, які показують, що в партіях сиру, вироблених з біопрепаратом «СПХ», значно зменшився присмак і запах, властивий молочним продуктам, вироблених з козячого молока, та збільшився вихід продукту на 1–1,5 %, в порівнянні з аналогічним продуктом без його використання. Також використання вищевказаного біопрепарату забезпечує скорочення термінів його дозрівання продукту на 12–15 діб раніше, ніж при виготовленні аналогічної партії сиру без додавання СПХ. Масова частка білка та незамінних амінокислот виявилася більшою на 2,21 та на 1,55 %. [4].

Література:

1. Оноприйко В.А. Технология сыроделия на мини-заводах / В.А. Оноприйко, А.В. Оноприйко. – СПб. : ГИОРД, 2004. – 224 с.
2. Бурлуцька Т.С. Біотехнологія виробництва м'яких сирів з козячого молока : дипл. проект / Т.С. Бурлуцька. – Харків, 2016. – 76 с.
3. Пат. 58357, Україна. МПК (2011.01), A23C 19/00, A01J 25/00. Спосіб отримання сичужного сиру із козиного молока / Рижкова Т. М.; заявник і патентовласник Харківська державна зооветеринарна академія; № 201011940; заявл. 08.10.2010; опубл. 11.04.2011.
4. Ryzhkova T.N. Development of technology of goat's cheese of «Swiss» group / T.N. Ryzhkova, N.F. Kigel, S.V. Ivanov // Nauka i Sudia – vystavba a architektura moderni informacni technologie technicke vedy. – 2014. – V. 3 (113). – P. 69–75.

ВИКОРИСТАННЯ β -КАРОТИНУ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Голобородько Д.С., Белінська А.П.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Колір харчового продукту має для споживача величезне значення, адже це не тільки показник свіжості і якості продукту, але і необхідна характеристика його пізнаваності. За колір продукту відповідальні присутні в ньому барвники. β -каротин використовують як натуральний барвник (Е 160а) червоно-жовтого кольору. Завдяки своїм антиоксидантним та провітамінним властивостям він є функціональним інгредієнтом, тому його доцільно вводити в продукти лікувально-профілактичного призначення. Як сильний антиоксидант, він сприяє зміцненню імунітету, знижує ризик інфекційних захворювань, пом'якшує дію шкідливих чинників навколишнього середовища, а також підвищує адаптаційні можливості організму. β -каротин є провітаміном А, так як під впливом ферментів в нашому організмі може перетворюватися на вітамін А. Вітамін А не синтезується в організмі людини, а надходить з їжі, що містить вітамін А або каротиноїди. Прийом β -каротину з метою профілактики краще, ніж прийом вітаміну А, тому що вітамін А здатний накопичуватися в організмі і є токсичним. β -каротин є нетоксичним навіть у великих кількостях [1].

β -каротин використовується для фарбування олій, жирів, вершкового масла, маргаринів, сирів, майонезів, сухих супів, в кондитерській і хлібобулочній промисловості, виробництві безалкогольних напоїв, морозива, йогуртів, а також для забарвлення фармацевтичних препаратів і косметичних продуктів. Антиоксиданти аскорбінова кислота та токоферол є синергістами β -каротину. Крім того, β -каротин набагато якісніше засвоюється в присутності вітаміну Р і жирів. Зручніше використовувати олійні розчини β -каротину, тому що їх зручніше дозувати і вони менш вимогливі до умов зберігання, так як β -каротин в них захищений спеціальною добавкою антиоксидантів. Присутність аскорбінової кислоти стабілізує забарвлення.

Спираючись на вищенаведені дані, доцільним є розробка харчових продуктів оздоровчого призначення, що містять β -каротин, токоферол та аскорбінову кислоту в біологічно обґрунтованих кількостях.

Метою дослідження є пошук шляхів збагачення даними мікронутрієнтами продуктів харчування. В результаті досліджень запропоновано склад жувальних цукерок, що містять біологічно обґрунтовані концентрації β -каротину, токоферолу та аскорбінової кислоти у кількостях 19 мг, 40 мг та 240 мг відповідно. Перевагами розробки є забезпечення організму вищезазначеними мікронутрієнтами у фізіологічно необхідних кількостях, які посилюються їх синергетичною взаємодією.

Література:

1. Цимбаліста Н. В. Стан фактичного харчування населення та аліментарно обумовлена захворюваність [Текст] / Н. В. Цимбаліста, Н. В. Давиденко // Проблеми харчування. – 2008. – № 1–2. – С. 32 – 35.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ СПОСОБУ ОБРОБКИ ВОЛОСЬКИХ ГОРІХІВ

Демидов І.М.¹, Ситнік Н.С.², Мазаєва В.С.², Голодняк В.О.¹

¹*Національний технічний університет*

«Харківський політехнічний інститут»,

²*Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України, м. Харків*

Питання ідентифікації способу теплової обробки насіння соняшнику є важливим як під час здійснення зовнішньоторговельних операцій, так і в цілому для олієвидобувної галузі, оскільки ступінь теплової обробки пов'язана з виходом олії. У роботі [1] досліджено зміни основних складових частин насіння соняшнику під час смаження, визначено критерії віднесення насіння до висушеного або смаженого. Розроблено метод ідентифікації способу теплової обробки насіння соняшнику за оптичною густиною гексанових екстрактів з подрібненого ядра насіння. Цей метод застосовано також для ідентифікації способу обробки волоських горіхів, які використовуються у кондитерській промисловості та у виготовленні соусів і заправок. Досліджено волоські горіхи до смаження та смажені в лабораторних умовах без твердої оболонки. Температура смаження 220 °С, тривалість 5 хв. Результати визначення оптичної густини гексанових екстрактів з початкових та смажених волоських горіхів наведено на рис.

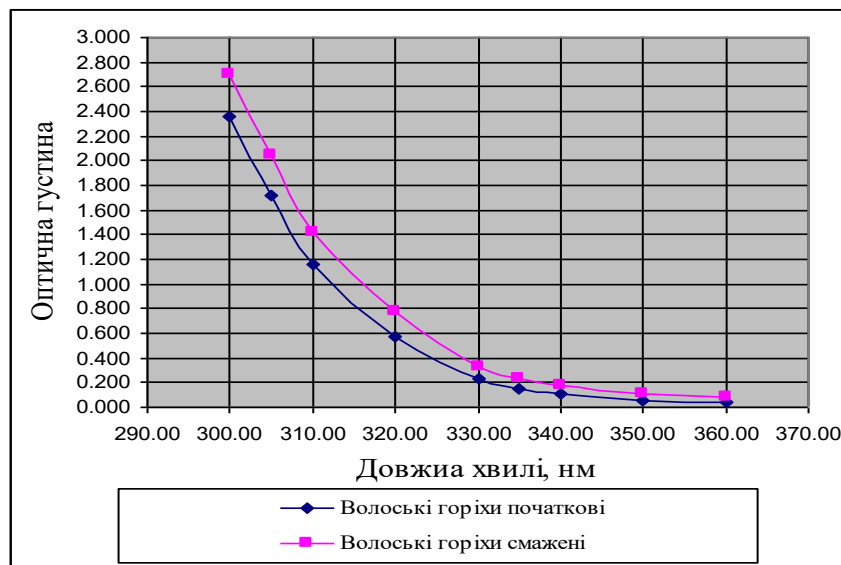


Рисунок – Залежність оптичної густини гексанових екстрактів подрібнених волоських горіхів від довжини хвилі

Отже між сушеними та смаженими волоськими горіхами також є різниця за оптичною густиною гексанових екстрактів в широкому діапазоні довжини хвиль, що дозволяє визначати спосіб та ступінь теплової обробки волоських горіхів.

Література:

1. Демидов І.Н. Исследование различий между высушенными и жареными семенами подсолнечника / И.Н. Демидов, Н.С. Сытник, В.С. Мазаева, В.А. Голодняк // Масложировой комплекс. – Днепропетровск: ИА «Експерт-Агро». – 2015. – № 2(49). – С. 54.

РОЗРОБКА МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ КАРБОНІЛЬНИХ СПОЛУК В ЖИРАХ ТА ОЛІЯХ

Демидова А.О., Шалімов П.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В роботі запропоновано метод визначення кількісного вмісту карбонільних сполук в жирах та оліях. Відомо, що продукти окиснення відносяться до найбільш небезпечних речовин, які завжди присутні в жиромісних системах. Особливо небезпечними для здоров'я споживачів є так звані вторинні продукти окиснення, найбільша кількість з яких представлена альдегідами та кетонами. На визначення кількісного вмісту в жирах цих сполук існує нормативно затверджена методика – так зване анізидинове число. Але точність та достовірність цієї методики викликає сумніви. Тому задача розробки простого, достовірного методу визначення кількісного вмісту карбонільних сполук в жирах, який би давав змогу одержувати результати у молярно-масових концентраціях є актуальною задачею.

Кількісний аналіз альдегідів і кетонів заснований на їх властивостях, обумовлених присутністю карбонільної групи $>C=O$. Метод здійснюється наступним чином. Наважку жиру розчиняють в гексані. Додають надлишок йоду (свіжо приготований 0,1 н розчин йоду). Для формування лужного середовища до олії додавали розчин лугу (5 см^3 1 н розчину гідроксиду калію). Колбу закривають пришліфованою кришкою та залишають на 5 хв в умовах відсутності світла. Після цього до колби додають надлишок розчину сірчаної кислоти для формування кислого середовища та відразу починають титрування йоду, що виділився розчином тіосульфату натрію (в присутності індикатору – розчину крохмалю). Титрування здійснюють до стану відсутності забарвлення.

Масову долю карбонільних сполук (у мг%) розраховують за формулою:

$$X = ((V - V_1) * 7,505) / m$$

де V – об'єм розчину тіосульфату натрію концентрацією $0,01\text{ моль/дм}^3$, який пішов на титрування йоду, що виділився в контрольному досліді, см^3 ; V_1 – об'єм розчину тіосульфату натрію концентрацією $0,01\text{ моль/дм}^3$, який пішов на титрування робочого досліді, см^3 ; 7,505 – коефіцієнт, що враховує водночас кількість формальдегіду, яка відповідає 1 см^3 0,1 н. розчину йоду, участь I_2 у реакціях, використання сантімолярного розчину тіосульфату натрію та перерахунок результатів у мг%; m – наважка жиру, г.

В роботі визначались сходимість, відтворюваність результатів дослідження. Дані, одержані за методикою, порівнювались с даними інших методів визначення вмісту карбонільних сполук в жирах.

ЗАСТОСУВАННЯ 4-ФОРМАЗАНОНАФТАЛІМІДІВ В ЯКОСТІ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ СКЛАДОВИХ ДФП

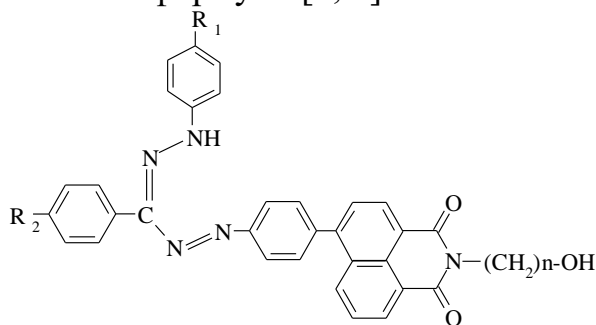
Дістанов В.Б., Фалалєєва Т.В., Мироненко Л.С., Немченко Н.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Відомо, що деякі 4-діалкіламінонафталіміди знайшли широке використання в якості ефективних люмінесцентних складових денних флуоресцентних пігментів (ДФП) різного призначення. В той же час збільшення вимог до споживчих властивостей матеріалів при застосуванні їх в окремих галузях потребує покращення їх спектрально-люмінесцентних і фізико-хімічних характеристик, можливості утворювати міцні зв'язки з субстратом, збільшення стійкості до дії УФ-випромінювання, міграційної стійкості тощо.

Метою даної роботи є розробка нових органічних люмінофорів з покращеними властивостями на основі похідних нафталенової кислоти та визначення можливості їх використання для отримання ДФП на основі меламинотолуол-сульфамідформальдегідних олігомерів (МТСФ-олігомерів).

Ця задача була вирішена за допомогою синтезованих нами 4-формазано-нафталімідів наступної загальної формули [1, 2]:



де: $n = 2, 3$, $R_1, R_2 = H, -OAlk, -Alk, -Cl, -NO_2$

Вивчені спектрально-люмінесцентні характеристики отриманих сполук, їх фотостабільність. З використанням синтезованих люмінофорів досліджена можливість застосування в якості люмінесцентних складових денних флуоресцентних пігментів на основі МТСФ-олігомеру.

Отримані результати кажуть про те, що лакофарбові матеріали з цими пігментами в порівнянні з найбільш ефективними на даний час аналогами [3-5], мають високу яскравість (123-125 %), чистоту кольору (94-95 %). Кольоровий тон таких покриттів знаходиться в межах 572-573 нм.

Література:

1. Дістанов В.Б. Використання реакції Ульмана в синтезі формазанів / В.Б. Дістанов, Т.В. Фалалєєва, В.В. Дістанов, С.В. Касатікова // Вісник НТУ «ХПІ». – 2011. – № 31. – С. 53-63.
2. Дістанов В.Б. Синтез і дослідження синтонів для отримання вільних стабільних радикалів / В.Б. Дістанов, І.В. Лисова, В.В. Дістанов та ін. // Вісник НТУ «ХПІ». – 2008. – № 41. – С. 145-155.
3. А. с. СССР № 1174448 Способ получения дневных флуоресцентных пигментов // Переяслова Д.Г., Тацій Г.В., Шевченко Э.А., Дістанов В.Б., Сердечная Т.А. Оpubл. 23.08.85., Бюл. № 31. – С. 4.
4. А. с. СССР № 1484826 Композиция для получения флуоресцентного пигмента // Дістанов В.Б., Сальвицкая Л.Н., Чумак Т.В. и др. Оpubл. 07.08.89., Бюл. № 21. – С. 3.
5. Distanov V.B. An alternative approach to the production of fluorescent colored fibres / V.B. Distanov, V.F. Berdanova, Yu.A. Gurkalenko, V.V. Prezhdo // Dyes and Pigments. – 2001. – Vol. 48. – P. 159-163.

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ НЕРАФІНОВАНИХ РОСЛИННИХ ОЛІЙ

Калина В.С., Лупко К.О.

*Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет,
м. Дніпро*

Рослинні олії займають особливе місце в структурі харчування населення. За сучасними уявленнями в середньому норма споживання жирів здоровою людиною повинна становити 30-35% їх загальної калорійності та мати співвідношення жирних кислот, %: поліненасичених – 20-30, мононенасичених – 40-60, насичених – до 30 [1].

Метою роботи є дослідження якості соняшникової, маслинової та лляної нерафінованих рослинних олій.

Користь нерафінованих олій полягає в компонентах, які знаходяться в їх складі. Вони представлені жирними кислотами, мінералами та вітамінами, що легко засвоюються організмом людини і покращують його здоров'я.

Відомо, що з тривалим терміном зберігання олій показники якості погіршуються. Для запобігання вживання зіпсованого продукту необхідно було дослідити фізико-хімічні показники олій.

Нами визначено показники якості олій з тривалістю зберігання 2 місяці за кімнатної температури у темному місці. Згідно вимогам до харчових нерафінованих олій кислотне число повинно бути не більше 4,0 мг КОН/г, пероксидне число – не більше 10 ммоль (1/2 O)/кг.

Результати дослідження представлено в таблиці.

Таблиця 1 – Вплив терміну зберігання нерафінованих олій на їх фізико-хімічні показники

№ з/п	Дослідний зразок олії	Кислотне число, мг КОН/г	Пероксидне число, ммоль (1/2 O)/кг
1	Соняшникова	1,8	15,9
2	Маслинова	1,3	10,4
3	Лляна	3,6	1,9

З даних таблиці можна зробити наступний висновок: соняшникова олія має підвищений вміст пероксидних сполук, що можуть негативно впливати на організм людини.

Література:

1. Осейко М.І. Технологія рослинних олій: Підручник / М.І. Осейко. – К. : Варта. – 2006. – 280 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ІНТЕРКАЛЯЦІЇ ЧЕТВЕРТИННИХ АЛКІЛАМОНІЙНИХ СОЛЕЙ У МАТРИЦЮ МОНТМОРИЛОНІТУ

Каратєєв А.М., Гуріна Г.І., Кот А.Г.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Актуальною задачею для сучасної лакофарбової галузі є розробка технологічного процесу виробництва вітчизняного органофільного бентоніту як реологічного агента для підвищення седиментаційної стійкості пігментованих матеріалів [1].

З метою одержання органобентоніту досліджені процеси інтеркаляції електронодонорних поверхнево активних речовин на основі четвертинних алкіламонійних солей в матрицю бентоніта, основною складовою кристалічної будови якого є монтморилоніт.

Досліджені концентраційні та температурні залежності зміни параметрів кристалічної решітки монтморилоніта на прикладі утворення інтеркаляційних сполук монтморилоніта з диметилди-н-октадециламоній хлоридом та алкілбензилдиметиламоній хлоридом.

Методом рентгенофазового аналізу визначено зміну параметрів «с» кристалічної решітки монтморилоніта в залежності від будови четвертинних амонієвих солей, що дозволило зробити висновки відносно характеру розташування молекул поверхнево активних речовин в міжшарових галереях неорганічної матриці.

Визначені оптимальні концентрації четвертинних солей та температури реакцій інтеркаляції в досліджених системах «хазяїн-гість». Ефективність процесів утворення інтеркаляційних сполук оцінювали за зміною в'язкості гелів органобентонітів з органічним розчинником – уайт-спіритом та зменшення здатності органобентонітів змочуватися водою у порівнянні з властивостями гелів органобентоніту на основі промислових зразків органобентоніту марки SD-1.

Вивчені процеси інтеркаляції зазначених четвертинних солей у Са- та На-монтморилоніти та проведено порівняльний аналіз впливу інтеркаляційних сполук на збільшення в'язкості у лакофарбових матеріалах при оптимальних концентраціях четвертинних амонійних солей та температурах процесу. Встановлені норми технологічних процесів перетворення Са- монтморилоніту в На-монтморилоніт шляхом проведення реакцій катіонного обміну. Досліджені можливості використання одержаних органобентонітів у складі пігментованих гібридних наноконпозиційних лакофарбових матеріалів.

Література:

1. Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям. М: ООО «Пэйнт-Медиа», 2004. – 548 с.

ЗАХИСНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ВИБІЛЕНОГО БЕНТОНІТУ

Каратєєв А.М., Гуріна Г.І., Накостенко Н.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

З метою розширення асортименту наповнювачів для лакофарбових матеріалів на основі природних бентонітових глин розроблена лінійка матеріалів, що являють собою вибілений бентоніт, модифікований амінами різної природи та органобентоніт як продукт інтеркаляції четвертинних амонійних солей у міжшарові проміжки монтморилоніту.

Вибілений бентоніт одержано внаслідок активації неорганічної матриці неорганічною кислотою з наступним відновленням залізовмісних сполук та видаленням продуктів відновлення методами репульпації та декантації.

Проведена ідентифікація структури одержаних зразків вибіленого бентоніту кристалічній структурі монтморилоніту методом рентгенофазового аналізу.

Проведена порівняльна характеристика таких відновників як оксалатна кислота, натрій гідросульфід та залізо шляхом розрахунків термодинамічних характеристик реакцій відновлення та обрано найефективніший відновник для процесу вибілення бентоніту.

Досліджені процеси нейтралізації вибіленого бентоніту водними розчинами натрій гідроксиду, поліетиленполіаміну, аміаку до $\text{pH} = 9$. Повноту процесу нейтралізації контролювали досягненням незмінної точки еквівалентності для досліджених систем при титруванні 0,1М розчином HCl . Методом інфрачервоної спектроскопії досліджені зміни в положенні полос поглинання аміногруп для поліетиленполіаміну, аміаку, катаміну АБ, що свідчить про модифікацію поверхні шарів монтморилоніту внаслідок процесів інтеркаляції електронодонорних молекул інтеркалянтів у неорганічну матрицю.

Одержано п'ять нових наповнювачів: вибілений бентоніт, вибілений бентоніт, модифікований натрій гідроксидом, вибілений бентоніт, модифікований поліетиленполіаміном, вибілений бентоніт, модифікований аміаком, бентоніт з червоної комової глини, що не містить водорозчинних речовин з pH водної витяжки $= 9$.

На основі досліджених наповнювачів виготовлені ґрунтівки ГФ-021 та емалі ПФ-115 білого та червоно-коричневого кольору, в рецептурах яких наповнювач оміакарб був замінений зразками одержаних нових наповнювачів. Встановлена відповідність властивостей пігментованих матеріалів з новими наповнювачами та покриттів таким вимогам нормативно-технічної документації на ґрунтівки та емалі як адгезія, стійкість покриттів до дії 3% розчину натрій хлориду, еластичність, стійкість до удару, твердість. Сформульовані рекомендації щодо впровадження розроблених наповнювачів у виробництво пігментованих матеріалів як декоративного призначення, так і для захисту металевих поверхонь від корозії.

ПРОТИКОРОЗІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ФОСФАТМОДИФІКОВАНОГО ОРГАНОБЕНТОНІТУ

Каратєєв А.М., Гуріна Г.І., Пархоменко М.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Мета роботи по створенню нових наповнювачів для пігментованих лакофарбових матеріалів з підвищеними протикорозійними властивостями реалізована з використанням комової залізовмісної бентонітової глини Григор'ївського родовища.

Розроблено технологічний процес одержання бентонітів, модифікованих фосфатами заліза. Обробка залізовмісних бентонітів водними фосфатовмісними розчинами дозволила одержати інтеркаляційні з'єднання бентоніту з фосфатами заліза. Проведена нейтралізація водних паст нових наповнювачів до $pH = 7-9$ водними розчинами амінів з метою використання одержаних продуктів як наповнювачів для лакофарбових матеріалів.

Досліджені одержані інтеркаляційні сполуки методами рентгенофазового аналізу, спектроскопії у видимій та інфрачервоній ділянках спектру. Хімічними методами аналізу визначено вміст азоту та заліза у складі інтеркаляційних сполук.

Визначені концентрації водних розчинів інтеркалянтів та температури утворення інтеркаляційних сполук. Виділені стадії технологічного процесу одержання наповнювачів, охарактеризовані фізико-технічні властивості, такі як величини pH водної витяжки наповнювачів, вміст водорозчинних речовин, олієємкість, координати кольору в системі XYZ, домінуюча довжина хвилі, колірний тон і насиченість.

З метою покращення такого малярно-тенічного показника одержаних матеріалів як укривістість одержані кернові пігменти на основі природного бентоніту шляхом синтезу жовтого залізовмісного пігменту на поверхні частинок бентоніту. Для збільшення ефективної поверхні гетерогенної реакції проведена ексfolіація бентоніту внаслідок ультразвукового диспергування шаруватого алюмосилікату у середовищі фосфатмодифікуючих водних розчинів з наступним введенням розчину залізного купоросу та металевого заліза.

Розроблені рекомендації по використанню фосфат модифікованих органобентонітів у складі пігментованих матеріалів для захисту металевих виробів від корозії. Одержані пігментовані матеріали з використанням фосфат модифікованих бентонітів як наповнювачів замість тальку та оміакарбу при зменшенні вмісту у пігментній частині протикорозійного пігменту тетраоксихромату цинку. Встановлено збільшення часу стійкості покриттів до дії водних розчинів 3% натрій хлориду, що свідчить про покращення протикорозійних властивостей покриттів та можливість заміни токсичних хроматвмісних протикорозійних пігментів екологічно чистими наповнювачами з протикорозійними властивостями.

МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ САХАРА
Климец А.М., Дубонос В.Л., Кричковская Л.В.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Сахар – бытовое название сахарозы, давно вошедшее в обиход человека, является продуктом переработки сахарной свеклы или тростника. Сахар относится к углеводам и считается важным пищевым веществом. Глюкоза, входящая в его состав, обеспечивает более половины энергетических затрат организма. Сахар может содержать в своем составе незначительное количество рибофлавина, кальция и калия.

Целью данной работы является исследование микроэлементного состава сахара-рафинада с целью выявления веществ, опасных для здоровья человека. Исследование было проведено методом рентгено-флуоресцентного анализа на приборе модели «Elva-X» компании Elvatech. Для анализа был выбран сахар-рафинад трех производителей торговых марок: «Хуторок», «Премия», «АТА». Результаты исследования приведены в таблице ниже. Поскольку точность определения зависит от плотности пробы, то для анализа был выбран прессованный сахар рафинад. Достижение более точного результата возможно если для анализа использовать прессованную сахарную пудру либо, заранее выращенный кристалл.

Таблица – Микроэлементный состав образцов сахара разных производителей

Элемент	Содержание, % от суммарного содержания микроэлементов		
	«Хуторок»	«Премия»	«АТА»
Cr	38,627%	39,435%	34,045%
Fe	38,411%	38,684%	43,756%
Zn	22,962%	21,881%	22,200%

В ходе исследования не было обнаружено таких вредных элементов как Рb и Hg. По ГОСТ допускается количество ферропримесей, к которым относятся найденные элементы, в размере 0,0003% от общей массы. Поскольку наш прибор не отображает количественного значения найденных элементов, а показывает только их соотношение, то исследование имеет чисто качественный характер.

По результатам исследований можно увидеть, что процентный элементный состав сахара «Хуторок» и «Премия» очень схож, что может свидетельствовать об одном производителе исходного сырья.

Литература:

1. ДСТУ 4623-2006. Цукор білий. Технічні умови [Текст]. – Введ. 2006–01–01. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2006. – 18 с.

СОЗДАНИЕ КОНЬЮГАТОВ МОНОКЛОНАЛЬНЫХ АНТИТЕЛ С НОВЫМ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫМ МАРКЕРОМ K7-547

Кобзев Д.В.^{1,2}, Климова Е.М.¹, Татарец А.Л.², Огурцов А.Н.¹

¹Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт»,

²ГНУ «НТК «Институт монокристаллов» НАН Украины», г. Харьков

В настоящее время конъюгаты моноклональных антител (МКАТ) с флуорохромами нашли широкое применение в биологических, биомедицинских исследованиях и лабораторной диагностике [1].

Метод проточной цитофлуориметрии с использованием МКАТ, меченых различными флуорохромами, позволяет определять большое количество (до 14) биомаркеров всего одним излучающим лазером. Для этого необходима соответствующая панель конъюгатов МКАТ с флуорохромами [2].

Нами была разработана методика получения флуоресцентных конъюгатов МКАТ с красителем K7-547 на примере *anti-CD8* (K7-547-*anti-CD8*). Краситель K7-547 возбуждается на $\lambda=405$ нм. Активность, специфичность и яркость, полученного конъюгата определена методами флуоресцентной микроскопии на микроскопе Olympus BX 51 (Рис. 1) по сравнению со стандартным образцом – конъюгатом FITC-*anti-CD8*, и проточной цитофлуориметрии (Рис. 2).

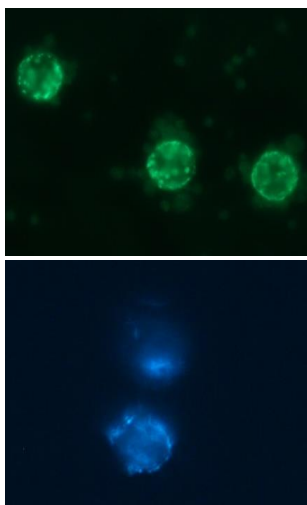


Рисунок 1 – Флуоресценция CD8+ лимфоцитов, окрашенных конъюгатами FITC-*anti-CD8* (сверху) и K7-547-*anti-CD8* (снизу)

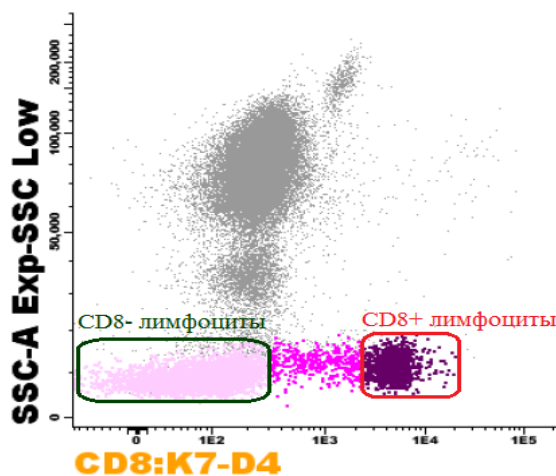


Рисунок 2 – Результаты проточной цитофлуориметрии образца периферической крови человека, окрашенной K7-547-*anti-CD8* при возбуждении 405 нм

Полученный конъюгат K7-547-*anti-CD8* не уступает по специфичности и сопоставим по яркости с конъюгатом FITC-*anti-CD8*, но используется с 405-нм лазером, что позволяет регистрировать дополнительную антигенную детерминанту при многоцветном анализе клеток.

Литература:

1. Greenfield E.A. Antibodies: A Laboratory Manual, 2nd Ed. / E.A. Greenfield. – New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2014. – 847 p.
2. SETA BioMedicals: Fluorescent Tools for BioMedical Applications [Электронный ресурс] : Urbana, IL 61801, USA. – Режим доступа : <http://www.setabiomedicals.com/>

МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ШАМПУНЯ
Колесник Е.А., Дубонос В.Л., Кричковская Л.В.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Шампунь представляет собой смесь нескольких веществ. Компонент, содержащийся в наибольшем количестве, – вода, затем следуют поверхностно-активные вещества (ПАВ). Также используются в составе консерванты, ароматизаторы, неорганические соли (для поддержания желаемой вязкости). В состав часто входят природные масла, витамины или другие компоненты, которые способствуют укреплению волос или представляют какую-либо пользу для потребителей [1].

Идентификация показателей безопасности шампуней – это установления соответствия шампуней требованиям показателей микробиологической и токсикологической безопасности. В косметических средствах не должны содержаться токсичные элементы – свинец, ртуть и мышьяк (или их содержание ограничивается).

Тяжелые металлы содержатся в организме человека в очень маленьких количествах. Это опасно, некоторые металлы даже включены в состав витаминно-минеральных комплексов, а значит, они необходимы для нормальной жизнедеятельности организма. Но в избыточном количестве тяжелые металлы способны изменять структуру белков и нуклеиновых кислот, влиять на обмен веществ, вызывать мутации, нарушать структуру и проницаемость клеточных мембран. Фактически тяжелые металлы ведут к замедлению роста, ослаблению репродуктивной функции, заболеваниям и смерти [2].

Целью данной работы является исследование микроэлементного состава шампуня производителей «Pantene», «Dove», «100 рецептов красоты».

Определение микроэлементного состава шампуня проводились спектрометрическим методом на рентгено-флюоресцентном спектрометре компании «Элватекс». Метод основан на сборе и последующем анализе спектра, возникающего при облучении исследуемого материала рентгеновским излучением

Анализ экспериментальных данных свидетельствует о том, что исследуемая продукция выступает источником вредных для организма человека тяжёлых металлов (титан, хром, железо, цинк). Повышенное содержание в организме железа может приводить к нарушению обмена веществ в верхних слоях эпидермиса. Исходя из полученных результатов, можно отдать предпочтение шампуню «Dove», так как в этой пробе наблюдается меньшее содержание железа и цинка.

Литература:

1. ДСТУ 4315:2004. Засоби косметичні для очищення шкіри та волосся. [Текст]. – Введ. 2004–01–01. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2004. – 24 с.
2. Krichkovska L. Research of dry plant concentrates – ingredient of a food health improvement / Lidiya Krichkovska, V. Ananieva, V. Dubonosov, S. Petrov, A. Belinskaya // Eureka: physics and engineering, vol.4(5), p 17-25, 2016.

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ДРІЖДЖІВ

Кравченко О.М., Решетняк Н.В., Огурцов О.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Світовий попит на хлібопекарські дріжджі невідомо зростає через те, що вони є основним напівпродуктом в харчовій промисловості та можуть бути використані як джерело амінокислот, активних ферментів і вітамінів, а також у кормовиробництві.

У теперішній час Україна займає четверте місце у світі з виробництва хлібопекарських дріжджів та експортує даний тип продукції у країни Азії та близького зарубіжжя. Тому дуже актуальною стає питання оптимізації процесу виробництва з метою його здешевлення та збільшення обсягів виробництва.

Зараз існують три основні способи промислового культивування хлібопекарських дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* – безприточний, повітряно-приточний, повітряно-проточний. Ґрунтуючись на огляді літератури найбільш перспективним було обрано повітряно-приточний спосіб через те, що одержані товарні форми є більш якісними. Однак, при багатостадійному культивуванні хлібопекарських дріжджів-цукроміцетів завжди існує ризик їх контамінації патогенними мікроорганізмами [1].

Для того, щоб уникнути інфікування в процесі накопичення біомаси дріжджів бактеріальною мікрофлорою, запропоновано у головні та товарні ферментери разом з поживним середовищем, яке містить джерела вуглецю, азоту, фосфору, мінеральні солі та стимулятори росту, і культуральною рідиною вносити по 5–10 л ортофосфорної кислоти на 1 т приросту продукції. При цьому рН середовища складатиме 3,0–3,5 од. Після введення ортофосфорної кислоти у культуральну рідину необхідно знизити швидкість аерації до 15–40 м³/годину та витримувати середовище при такій аерації 20–60 хвилин. У разі зниження концентрації фосфору в процесі культивування нижче 0,006% додатково вводиться ортофосфорна кислота.

Низька швидкість аерації середовища при низьких значеннях рН та надлишку азоту у культуральній рідині активує процеси синтезу ДНК та РНК, у яких використовуються залишки фосфорної кислоти. Підвищення вмісту РНК в клітинах на початку процесу культивування забезпечує активізацію процесів синтезу білка та збільшує швидкість росту біомаси [2].

Наведене удосконалення дозволить не тільки інгібувати ріст патогенної мікрофлори, але й створить умови для подальшого активного накопичення біомаси.

Література:

1. Фараджєва Е.Д. Производство хлебопекарных дрожжей: практическое руководство / Е.Д. Фараджєва, Н.А. Болотов. – Санкт-Петербург : Профессия, 2002. – 167 с.
2. Пат. 2099416 Российская Федерация, МПК C12N1/18, C12N1/18, C12R1:865. Способ производства хлебопекарных дрожжей / Туляков Т.В., Джафаров А.Ф.; заявитель и патентообладатель Туляков Т.В., Джафаров А.Ф., заявл. 30.01.1997, опубл. 20.12.1997.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ У БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБАХ

Куниця К.В., Чайка О.В.

*Харківський торговельно-економічний інститут
Київського національного торговельно-економічного університету,
м. Харків*

Пшениця належить до найбільш поширених видів харчової сировини сучасної людини. У всьому світі більше половини різновидів продуктів харчування виготовлені або повністю з неї або містять її в тому чи іншому вигляді. Для виготовлення борошняних кондитерських виробів підприємства харчової промисловості традиційно використовують хлібопекарське пшеничне борошно вищого сорту, технологічний потенціал якого в деяких видах кондитерського тіста (бісквітному або пісочному) задіяний не завжди раціонально, оскільки, в цих технологіях передбачається спрямоване зниження «сили» борошна. Таким чином, актуальною є задача раціонального використання борошняної сировини вітчизняної селекції, зокрема, нових сортів пшениці.

Для виготовлення випічки зазвичай використовується борошно з м'яких сортів пшениці. Відповідно до ДСТУ 3768:2004 «Пшениця. Технічні умови» в залежності від технологічних, харчових і товарних переваг, а також від зміни природних ознак (кольору і скловидності) виділяють наступні м'які сорти пшениці: м'яка червона яра твердозерна, м'яка червона озима твердозерна, м'яка біла яра твердозерна, м'яка біла озима твердозерна.

М'яка пшениця – характеризується порівняно невеликою кількістю білка (від 6 до 10 %) і меншим вмістом глютену. Борошно з м'яких сортів характеризується більшою розсипчістю, білизною, більш великими зернами крохмалю і меншим вмістом клейковини. Ці якості є основною причиною її використання саме для здобних виробів, оскільки вона вбирає менше води ніж борошно з твердої пшениці. Хімічний склад пшеничних зерен м'яких сортів включає всі необхідні для харчування елементи: білки (від 8 до 22 %), вуглеводи (представлені крохмалем, цукрами, клітковиною), жири (біля 2 %), вітаміни (Е, D, К, Р, В₁, В₂, В₃, В₆, В₉ і каротин), мінеральні речовини (калій, магній, кальцій, хром, фосфор, залізо, кремній, цинк, марганець, сірка, кобальт, молібден, фтор, мідь, селен, ванадій, йод) і ферменти.

В Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН (м. Харків) постійно проводиться робота з удосконалення науково-методичних підходів та створення нових високоадаптивних сортів пшениці ярої м'якої та твердої, а також полби із використанням генетичного потенціалу видів-співродичів. Як результат, вперше в світі, створений цілий ряд сортів так званого подвійного використання.

Подальші дослідження будуть спрямовані на апробацію нових сортів пшениці при виготовленні борошняних кондитерських виробів, оскільки це є необхідною складовою виявлення перспективних із них з точки зору використання в харчовій промисловості.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОТЕОЛІТИЧНОЇ ДЕГРАДАЦІЇ ОНКОБІЛКУ BCL-2

Кутько П.І., Клімова О.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Сьогодні на високому рівні вивчено особливості та механізми функціонування та виживання онкоклетин. Під час дослідження активності онкобілку Bcl-2 було виявлено, що ферментом для його деградації є елемент апоптичного каскаду – Caspase 3. Після взаємодії онкобілку з ферментом розщеплюється його фрагмент Bcl-2, перетворюючи протиапоптичний онкобілок в проапоптичний. Це дослідження має значення для отримання фундаментальних знань про функціонування ракових клітин з інгібіторами та протеолітиками для подальшого створення таргетних терапевтичних засобів проти онкозахворень [1].

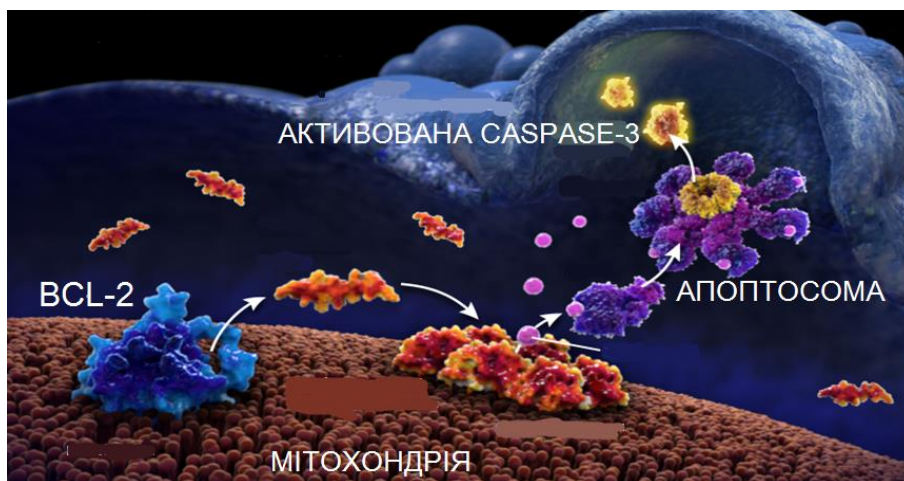


Рисунок 1 – Схема ініціації апоптозу за мітохондріальним шляхом

Було досліджено особливості функціонування цільового онкобілку та протеолітичну деградацію за рахунок ферментативної дії Каспази-3. Було розроблено шлях отримання рекомбінантної Каспази-3 людини: для цього було створено вектор pBR-CP3, отриманий з плазмідир BR-322 та гену Caspase-3 [2]. Цей вектор слугував для трансформації штаму *Escherichia Coli*. Трансформовані клітини відбиралися для подальшого культивування та отримання цільового продукту. Дієздатність отриманої рекомбінантної Каспази-3 було підтверджено за допомогою дослідження процесу апоптозу у культурі клітин лімфоцитів з субстратом, насиченим Каспазою-3. У 83% клітин було ідентифіковано індукований апоптоз.

Література:

1. Vogler M. Bcl-2 inhibitors: smallmolecules with a big impact on cancer therapy / M. Vogler, D. Dinsdale, M.J.S. Dyer, G.M. Cohen // Cell Death and Differentiation. – 2009. – V. 16, №3. – P. 360–367.
2. Кутько П.І. Створення генетичної конструкції для протеосомної деградації онкобілків : дипл. робота / П.І. Кутько. – Харків, 2016. – 99 с.

ВИВЧЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ОТРИМАННЯ ХЛОРОГЕНОВОЇ КИСЛОТИ ЗІ СОНЯШНИКОВОГО ШРОТУ

Лабейко М.А., Федякіна З.П.

*Український науково-дослідний інститут олій та жирів НААН України,
м. Харків*

Багатьом відомо, що хлорогенова кислота – це фенольна сполука, яка досить часто використовується у фармакопейній промисловості у вигляді бадів. Дана сполука володіє широким спектром біологічної активності. Доведено її дію в якості антибактеріальної, протівірусної, протизапальної, гепатопротекторної, антимулагенної, гіпотензивної біологічно активної речовини. Встановлено також пребіотичні та антиоксидантні властивості хлорогенової кислоти. Ця сполука та її похідні надають більш потужний антиоксидантний ефект ніж аскорбінова кислота, каваова кислота та токоферол (вітамін Е) [1].

Міститься хлорогенова кислота у різних плодах та напоях, наприклад, у чорницях, баклажанах, яблуках, і особливо велика кількість її фіксується у насінні соняшнику та зелених зернах кави. [2].

Враховуючи усі позитивні властивості хлорогенової кислоти, слід відзначити, що питання вивчення можливостей отримання даної цінної речовини заслуговує уваги, а особливо питання отримання її із дешевої вторинної олійної сировини – соняшnikового шроту, в якому хлорогенової кислоти міститься досить багато.

В роботі розглянуто можливість вилучення хлорогенової кислоти зі соняшникoвого шроту різного роду розчинниками: розчинами етилового спирту, перекисом водню, ізопропіловим спиртом, розчинами соляної та оцтової кислот. Встановлено оптимальні параметри процесу екстракції хлорогенової кислоти: концентрація етилового спирту – 50%; температура процесу – 50°C; тривалість екстракції – 10-15 хв; гідромодуль 1:4; кількість промивок – 3. Крім того, досліджено можливість видалення білково-вуглеводного та ліпідного комплексів, що разом із хлорогеновою кислотою переходять до спиртового екстракту. Визначено, що оптимальним є проведення процесу очищення спиртового екстракту у дві стадії: на першій стадії видаляється білково-вуглеводний комплекс, а на другій – ліпідний, за допомогою діетилового ефіру або етилацетату.

Література:

1. Овчинникова С.Я. Определение хлорогеновой кислоты методом планарной хроматографии [Текст] / С.Я Овчинникова, Т.Д. Мезенова, Т.В. Орловская. // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6.
2. Лекарь А.В. Экстракция хлорогеновой кислоты из сабельника болотного *Comarum palustre* L. в среде субкритической воды [Текст] / А.В. Лекарь, О.В. Филонова, С.Н. Борисенко, Е.В. Максименко, Н.И. Борисенко, В.И. Минкин // Химия растительного сырья.— 2014.—№ 3.—С. 201—207.

ДОСЛІДЖЕННЯ АКТИВНОСТІ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТУ ПРОТЕОЛІТИЧНОЇ ДІЇ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВОДНЕВОГО ПОКАЗНИКА СЕРЕДОВИЩА

Лаврик Д.В., Варанкіна О.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В останні роки значно збільшився попит на миючі засоби, які використовуються для очищення виробів від забруднень різного походження. Водночас, існує тенденція до переходу на більш «м'які» препарати, діючими речовинами в яких виступають не сполуки хімічного синтезу, а продукти біотехнологічного походження, що робить дану тему актуальною.

Предметом дослідження були ферменти протеолітичної дії, що діють у лужному середовищі та направлені на розчинення забруднень білкової природи. Метою роботи є розробка засобу для видалення білкових забруднень з використанням ферментного препарату та визначення умов, при яких необхідно здійснювати процес очищення.

Одним із завдань було поставлено дослідження активності ферментного препарату (*Food grade alkaline protease*) у середовищах з різним водневим показником та визначення його оптимального значення при найвищій ефективності препарату для очищення білкових забруднень шляхом розкладу їх до мономерів (окремих амінокислот та невеликих пептидів). Протеолітичну активність визначали, використовуючи оптичний метод аналізу за стандартною методикою [1]. Визначення рН проводили потенціометричним методом на рН-метрі рН-150 МИ. Досліди проводили у трикратному повторенні, при цьому відносна похибка при імовірності 95 % для протеолітичної активності не перевищувала 1 %, для водневого показника – 0,1 %. Виходячи з експериментальних даних (рис.) встановлено, що при експозиції ферменту протягом 1 години у розчинах з водневим показником менше $\text{pH} = 10,0$ повного розщеплення білків не відбувалося. Оптимальним значенням водневого показника було обрано $\text{pH} = 11,07$, що відповідає найбільшому значенню активності протеїнази. При зміщенні рН в більш лужне середовище активність препарату зменшувалася.

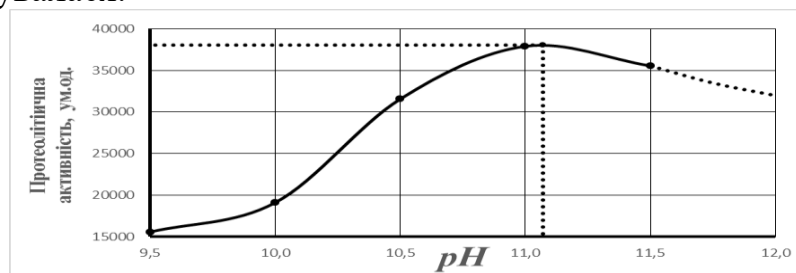


Рисунок – Залежність активності ферменту від рН середовища

Таким чином, доцільним є використання ферментного препарату в середовищах із водневим показником в діапазоні $\text{pH} = 10,5 \dots 11,5$.

Література:

1. Препараты ферментные. Методы определения протеолитической активности : ГОСТ 20264.3 – 88. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 15 с. (Государственный стандарт СССР).

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЦЕПТУРИ КОМБІКОРМІВ З ДОДАВАННЯМ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ ОЛІЙНОГО НАСІННЯ

Лакіза О.В., Єрмакова В.О., Маринко К.Ю.

*Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет,
м. Дніпро*

У виробництві комбікормів традиційно в якості високопротеїнової добавки використовують соєвий, соняшниковий та ріпаковий макуху та шрот, які одержують в процесі переробки олійного насіння відповідно методом механічного відтискання на пресах і методом екстракції за допомогою органічних розчинників [1].

Однак, у зв'язку зі зростанням цін на вказані традиційні продукти, вмістом в деяких з них антипоживних речовин, а також значні енергозатрати для підвищення ефективності їх використання у виготовленні комбікормів актуальним є пошук нових джерел протеїну серед доступної сільськогосподарської сировини. Альтернативним джерелом високоякісного протеїну у виробництві комбікормів може бути насіння льону та продукти його переробки (макуха і шрот).

За останній час у південних областях України зростають посіви льону олійного, так як за вмістом жиру та протеїну насіння льону та продукти його переробки (макуха і шрот) не поступаються багатьом традиційним олійним культурам. Перетравлюваність білків макухи і шроту олійних культур складає 75 – 90 %.

Насіння льону характеризується вмістом таких цінних поживних речовин, як білки з повноцінним амінокислотним складом, есенціальні поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) з переважним вмістом ліноленової (ω -3) кислоти і лігнанів, харчових волокон та вітамінами групи В (особливо **B₁**). Кількісний та якісний склад насіння льону свідчить про перспективність та доцільність його використання в якості джерела білку для підвищення біологічної і фізіологічної цінності комбікормів [2].

Розроблено рецептуру комбікорму, до складу якого входять продукти переробки насіння льону, визначено їх оптимальну концентрацію. Експериментально з'ясовано, що зростання вмісту лляних макухи і шроту не знижує рівень поживної цінності комбікорму для годівлі птиці.

Література:

1. Лакіза О.В. Сучасні аспекти розробки функціональних комбікормів / О.В. Лакіза, С.А. Гординський, В.О. Єрмакова // Хранение и переработка зерна. – 2015. №3,4 (192), С. 65 – 67.
2. Шаповаленко О.І. Насіння різних сортів льону як компонент для виробництва комбікормів [Текст] / О.І. Шаповаленко, О.Ю. Супрун-Крестова, О.С. Павлюченко // Зберігання і переробка зерна. – 2008. – № 6. – С. 44-45.

УДОСКОНАЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ КОМБІКОРМІВ ДЛЯ ЯЄЧНИХ КУРЕЙ

Лакіза О.В.¹, Руднєва Л.Л.², Попова Ю.С.²

¹*Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет,*

²*ДВНЗ «Український Державний хіміко-технологічний університет»,
м. Дніпро*

Однією з найважливіших умов виробництва високоякісних комбікормів, білкових концентратів у світовій практиці є широкий спектр використання нової сировини. При цьому питома вага зернових у ньому складає не більше 50%, а у провідних країнах 20-30%. Ці технології забезпечили застосування будь-якого кормового засобу, як початкової сировини для комбікормової промисловості з відходів і побічних продуктів переробки різних виробництв, яким властиві високі кормові якості за низької собівартості.

Вітчизняні виробники комбікормів зараз змушені вирішувати проблему оптимізації використання злакових культур, зокрема, знизити вміст хлібних злаків в рецептурі комбікормів. Гостро стоїть проблема розширення асортименту кормової бази у виробництві комбікормів, застосування більш дешевої кормової сировини з метою зниження собівартості готової продукції. Для рентабельного вирощування курей необхідні якісні корми, підібрані для кожного виду з урахуванням віку і фізіологічного стану птиці.

Основною сировиною рослинного походження в комбікормовому виробництві є зерно злакових культур і продукти переробки олійного зерна і насіння [1]. В процесі переробки зерна кукурудзи одержують кукурудзяний зародок, з якого потім добувають рослинну олію. Внаслідок гідратації кукурудзяної олії утворюється кормовий кукурудзяний-фосфатидний концентрат (ККФК).

З метою розширення сировинної бази комбікормового виробництва запропоновано введення концентрату ККФК в комбікорми для яєчних курей. Особливості рецептури комбікормів досліджували на виробничих рецептах. Якість сировини і досліджуваних комбікормів (органолептичні показники, масову частку вологи і летких речовин, сирого протеїну, жиру і клітковини) визначали згідно вимог державних стандартів і методик.

Експериментально з'ясовано, що додавання концентрату ККФК не знижує рівень поживної цінності комбікорму для вирощування яєчних курей, вибрано оптимальну концентрацію продукту в рецепті, що дозволяє зменшити вміст соєвої макухи. Враховуючи суттєве зростання вартості продуктів переробки насіння сої можна прогнозувати економічну доцільність впровадження ККФК у комбікормове виробництво.

Література:

1. Лакіза О.В. Застосування продуктів переробки насіння олійних культур у комбікормовому виробництві / О.В. Лакіза, В.Ю. Соколов, В.О. Єрмакова, Ю.О. Чурсінов // Хранение и переработка зерна. – 2016. – № 3(200). – с. 38 – 40.

ПРИРОДНІ БАРВНИКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ

Лисенко Ю.С., Бєлінська А.П., Анан'єва В.В.

***Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків***

Виробництво безалкогольних напоїв складно уявити без використання барвників як натуральних (хлорофіли, каротиноїди в вододиспергуємій формі, екстракт аннато), так і синтетичних (тартразин, кармуазин). Додавання в напій певного барвника підкреслює його індивідуальність та покращує зовнішній вигляд. Однак варто зауважити, що використання синтетичних барвників загрожує наступними наслідками: подразнення стінок шлунка, виникнення алергічних реакцій і т.і. У наш час використання натуральних барвників актуально, так як вони не тільки покращують колір, але й мають певну біологічну активність. У зв'язку з обмеженою доступністю ряду натуральних барвників їх недоліком є дорожнеча. Тому актуальним є пошук шляхів виділення природних барвників з доступної та дешевої сировини.

Метою дослідження є аналіз відомих способів виділення природних барвників з відходів виноробства та сокового виробництва, а також пошук найбільш ефективного та рентабельного з них в умовах вітчизняного виробництва натуральних харчових барвників.

Відомо, що з відходів виробництва вин і соків (виноградні, сливові вішневі вичавки, ягоди бузини, чорниці, малини, журавлини та ін.) можна отримати відносно дешеві і ефективні концентрати антоціанів, які доцільно використовувати в якості барвника. В природних умовах антоціани служать для привернення запилюючих комах, надаючи яскравий колір рослинам і квітам, а також для їх захисту від ультрафіолету. Ці речовини цінні не тільки яскравим кольором, а й антиоксидантною активністю, яка відіграє важливу роль в профілактиці і боротьбі з серцево-судинними та онкологічними захворюваннями, остеопорозом і діабетом [1].

На основі аналітичних та експериментальних даних обрано методику для отримання екстракту антоціанів з вичавок сливи. В якості екстрагенту використано 2%-вий водний розчин лимонної кислоти. Екстракцію проводили за температури 35-45 °С протягом 4 годин, потім витяжку зливали і операцію повторювали. Об'єднаний екстракт концентрували під вакуумом до вмісту сухих речовин 30-40 %. Вихід продукту становив 18-20 %.

За результатами вищевикладеного, можна рекомендувати використання екстракту антоціанів, отриманого з вичавок сливи, в технології безалкогольних напоїв. Даний барвник при підвищенні рН більш 4,5 змінює колір, але з огляду на те що безалкогольні напої мають кислу рН середовища, барвник буде мати стабільний колір в діапазоні від рожевого до темно фіолетового в залежності від концентрації.

Література:

1. Ковальов В.М. Фармакогнозія з основами біохімії рослин: підручник / В.М. Ковальов, О.І. Павлій, Т.І. Ісакова. – Х.: «Прапор», вид-во НФаУ, – 2000. – 51 с.

НОВИЙ ТИП ЖИРІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ У СКЛАДІ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

Литвиненко О.А.¹, Куниця К.В.², Удовенко О.О.¹, Гладкий Ф.Ф.¹

¹Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут»,

***²Харківський торговельно-економічний інститут Київського
національного торговельно-економічного університету, м. Харків***

На сьогоднішній день однією із актуальних тенденцій розвитку харчових галузей провідних країн світу є розробка технологій і використання жирів з мінімальною кількістю транс-ізомерів. Низкою держав на законодавчому рівні вжито заходи щодо обмеження вмісту транс-ізомерів у жирах промислового виробництва. Однак більшість видів жирів, що використовуються у хлібопекарському виробництві, так чи інакше, містять у своєму складі саломас, який в залежності від марки відрізняється різною кількістю транс-ізомерів жирних кислот. Таким чином, питання пошуку нових джерел спеціальних жирів, що не містять транс-ізомерів, є надзвичайно актуальним.

Проблема розширення асортименту безпечних жирів спеціального призначення може бути успішно вирішена за рахунок ферментативних технологій. За результатами досліджень доведено можливість модифікації жирової сировини шляхом ферментативного етанолізу та досягнуто одержання продуктів із необхідними фізико-хімічними показниками. Ця технологія має суттєві переваги перед існуючими, оскільки виключає можливість утворення транс-ізомерів жирних кислот у продуктах модифікації, а також забезпечує збагачення їх фізіологічно-активними інгредієнтами, а саме етиловими ефірами жирних кислот, які краще засвоюються і не сприяють ресинтезу жиру в організмі людини. Використовуючи розроблений спосіб, обираючи необхідну сировину і варіюючи умови проведення реакції, можна одержувати весь асортимент жирів спеціального призначення.

Методом ферментативного етанолізу одержано експериментальний зразок жирової сировини, що за фізико-хімічними показниками відповідно до нормативного документу на жири спеціального призначення, кваліфікований як жир хлібопекарський. Для встановлення впливу жирової сировини на показники якості проводилися пробні випічки булочних виробів із пшеничного борошна вищого ґатунку. Контрольним зразком, з яким проводили порівняння показників якості, був виріб, виготовлений за типовою рецептурою із застосуванням столового маргарину, який є традиційною жировою сировиною в рецептурі батону. За одержаними органолептичними та фізико-хімічними показниками булочні вироби з повною заміною жирової сировини у рецептурі на одержаний жировий продукт відповідають вимогам діючої нормативної документації та не поступаються булочним виробам із традиційної сировини. Тому одержаний жировий продукт спеціального призначення може бути рекомендований для використання у технологіях хлібобулочних виробів як хлібопекарський жир.

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОДУКТИ ТА ПРОЦЕСИ В ТЕХНОЛОГІЇ КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

Литюга А.О., Варанкіна О.О., Огурцов О.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Сучасні українські компанії при виробництві косметичних засобів майже не використовують біотехнологічні продукти та процеси. В даній галузі можна виділити три напрямки застосування світових досягнень біотехнології. Це отримання очищених біологічно активних речовин та включення їх до складу косметичних засобів; використання ферментованих культуральних рідин, що містять комплекс активних компонентів, окремо в якості косметичних засобів або у їх складі; та виробництво біотехнологічних продуктів для перорального вживання з метою одержання певного косметичного ефекту.

Найпоширенішими косметичними засобами, до складу яких входять продукти біотехнологічного походження, є: гелі та пінки для обличчя і тіла, косметичне молочко, пілінги, скраби, лосьйони і тоніки, креми, маски для обличчя, шампуні, бальзами та маски для волосся.

Компоненти косметичних засобів, що отримані біотехнологічним шляхом, є структурними або енергетичними елементами клітин, беруть участь в їх метаболізмі: протеїни, амінокислоти, ліпіди, мікроелементи, та ін. А також біогенні стимулятори: вітаміни, ферменти, гормони та ін. [1].

Косметика на основі продуктів ферментації легко засвоюється шкірою за рахунок розщеплення речовин в процесі бродіння і зменшення їх часток. Отримані після ферментації продукти багаті на амінокислоти, вітаміни і антиоксиданти. Субстратами для ферментації можуть слугувати трав'яні настої, екстракти зеленого та чорного чаїв, вторинна продукція молочної промисловості. Процес відбувається під дією різноманітних мікроорганізмів, наприклад: грибів *Saccharomyces*, бактерій *Xylinum*, молочнокислих мікроорганізмів, біфідобактерій та ін. Ферментована косметика сприяє процесу відновлення і регенерації клітин, має омолоджуючий та оздоровчий ефект.

Продукти, що одержані біотехнологічним шляхом, використовують не тільки у складі косметичних засобів, а і як напої або продукти оздоровчого харчування, при вживанні яких можна досягти певного косметичного ефекту. Відомий зволожувач шкіри для перорального введення, що містить в якості активного компонента ферментовану молочну сироватку [2].

Таким чином, перспективним напрямком є використання біотехнологічних процесів та продуктів в технології косметичних засобів.

Література:

1. Гунько, В. Г. Біологічно активні речовини в косметичних засобах по догляду за шкірою обличчя / В. Г. Гунько, С. В. Андрєєва // Провізор. – 2002. – № 12. – С. 12 – 14.
2. Пат. 2369378 РФ, МПК А 61 К 8/99, А 61 К 35/20, А 61 К 35/74, А 61 Р 17/16, А 23 С 21/0. Увлажняющий кожу агент для перорального введения и функциональные продукты питания и напитки / Мосимура Тиакі, Масуяма Акихиро; патентообладатель КАЛПИС КО., ЛТД. – № 2006126980/15; заявл. 24.12.2004; опубл. 27.01.2008.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗНЫХ ВИДОВ ЗАКВАСОК НА ПРОЦЕСС СКВАШИВАНИЯ МОЛОКА

Мандретова А.А., Самойленко С.И.

***Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г.Харьков***

В городах количество новорожденных и взрослых людей, страдающих непереносимостью белков коровьего молока и аллергией к ним, увеличивается в силу экологических, генетических, социальных и других факторов [1]. Особенности состава и свойств козьего молока делают продукты его переработки в ряде случаев эффективной альтернативой продуктам из коровьего молока [2, 3].

До сих пор в нашей стране мало внимания уделялось изучению физико-химических и биотехнологических свойств молока мелкого рогатого скота, и в частности коз [3].

В связи с вышесказанным целью работы явилось изучение этих показателей молока и подбор закваски для создания кисломолочного продукта на основе козьего молока.

В процессе проведения эксперимента использовали несколько видов заквасок ТМ GoodFood компании BIOCHEM srl. Италия, активной основой которых является симбиоз бифидо-, лакто- и пропионовокислых бактерий.

Закваски заранее активировали в термостате при температуре 38 – 40 °С. Козье молоко пастеризовали при 90 °С с выдержкой 4 минуты. Затем молоко охлаждали до 38 – 40 °С и вносили активированные закваски в количестве 5 % от общего объема молока. Смесь выдерживали в термостате при 38 – 40 °С до появления сгустка.

В процессе сквашивания каждые 30 мин определяли динамику кислотонакопления и предельную кислотность готового продукта.

В результате проделанной экспериментальной работы установлено, что закваска «Симбиотик» ТМ GoodFood придает продукту из козьего молока приятный кисломолочный вкус и запах, улучшает физико-химические показатели, что свидетельствует о возможности применения данной закваски для получения кисломолочных продуктов из козьего молока с пробиотическими свойствами.

Литература:

1. Ермолаева Л.С. Биологически активные компоненты козьего молока – важные составляющие здоровья человека / Л.С. Ермолаева, С.М. Кунижев, С.Ф. Аполохова. – 2002. – № 3. – С. 42-46
2. Баранова М.Г. Химический состав кисломолочных продуктов из козьего молока. Молочная промышленность / М.Г. Баранова, Д.М. Осташевская, Л.В. Красникова. – 1998. – № 2. – С. 25-26.
3. Остроумова Т.Л. Козье молоко – натуральная формула здоровья. Молочная промышленность / Т.Л. Остроумова, Г.В. Фриденберг, Л.Г. Волкова. – 2005. – № 8 – С. 69-70.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ УСТАНОВОК ПЕРВИННОЇ ПЕРЕРОБКИ НАФТИ

Мардупенко О.О, Григоров А.Б, Сінкевич І.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Установки первинної переробки нафти (ЕЛОУ-АВТ) є невід'ємною частиною будь-якого сучасного нафтопереробного заводу, від технологічного режиму експлуатації, яких залежить якість одержуваних компонентів моторних і казанових палив, мастил, сировини для органічного синтезу та вторинних термокаталітичних процесів. У зв'язку із цим напрямок, пов'язане з підвищенням ефективності експлуатації установок ЕЛОУ-АВТ, є найбільш пріоритетним для багатьох науково-дослідних інститутів і проектних організацій не тільки України, але й усього миру.

Основні заходи щодо підвищення ефективності експлуатації установок ЕЛОУ-АВТ можна представити в графічному виді, наведеному на рис.

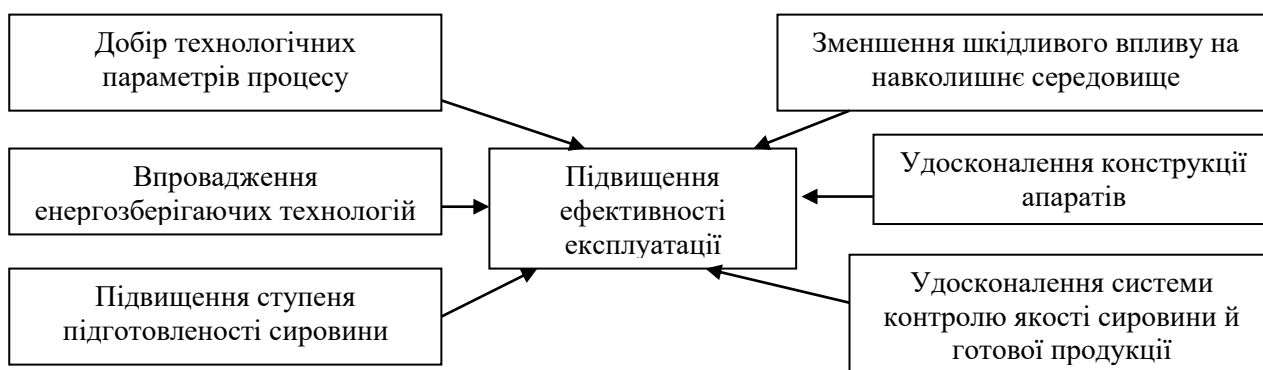


Рисунок – Шляхи підвищення ефективності експлуатації установок ЕЛОУ-АВТ

Впроваджуючи той або інший напрямок на установках ЕЛОУ-АВТ можна значно побільшити глибину переробки нафтової сировини, знизити собівартість і підвищити якість готової продукції. Особливий інтерес із перерахованих вище напрямків представляє вдосконалення системи контролю якості сировини та готової продукції шляхом переходу від лабораторного до оперативного контролю. Даний перехід можна здійснити шляхом застосування для контролю якості нафти інформативних показників, придатних для виміру якості нафти в потоці. До цих показників можна віднести: фізико-хімічні (відносну щільність, кінематичну в'язкість) і електрофізичні (відносну діелектричну проникність і електричний потенціал).

Причому, для визначення ступеню підготовленості нафтової сировини до подальшої переробки в технологічній схемі після електро-обезсолювачей установки ЕЛОУ розміщуються датчики, що контролюють щільність нафти (ρ , г/см³), відносну діелектричну проникність (ϵ) і електричний потенціал (E , мВ).

У загальному виді ступінь підготовки нафти (СПН) можна представити в такий спосіб:

$$\text{СПН} = A_1 \cdot \rho + A_2 \cdot \varepsilon + A_3 \cdot E, \quad (1)$$

де A_1 , A_2 , A_3 – коефіцієнти рівняння регресії, що враховують вплив кожного показника.

По величині показників, що входять у рівняння (1), можна судити про зміст у нафті води та хлористих солей – компонентів нафти, що утрудняють її переробку, що приводять до псування основного технологічного встаткування. Причому, якщо зміст у нафті масової частки води менш 0,05% (мас.), показником E , який визначає наявність у нафтовій сировині хлористих солей, можна зневажити у виді високої розчинності цих солей у воді.

Якщо по величині контрольованих показників нафта вважається недостатньо підготовленою, то вона вертається на другий щабель вузла підготовки.

Цікавим завданням у практиці нафтопереробки є оперативне встановлення потенціалу світлих (паливних) фракцій нафти або газових конденсатів, від чого буде залежати напрямок її технологічної переробки – паливне або масляне.

У зв'язку із цим, потенційний зміст світлих фракцій нафтової сировини (ПСФ), % (мас.) можна представити у вигляді:

$$\text{ПСФ} = A_1 \cdot \nu + A_2 \cdot \varepsilon, \quad (2)$$

де A_1 , A_2 – коефіцієнти рівняння регресії, що враховують вплив кожного показника.

ν – кінематична в'язкість нафтової сировини при 40°C, мм²/с.

Виразення (2) при необхідності може також доповнюватися показниками, що характеризують низькотемпературні властивості нафтової сировини - температурою застигання й концентрацією парафіну [1].

Викладений матеріал показує, що підвищити ефективність експлуатації установок ЕЛОУ-АВТ можна рухаючись в одному з наведених напрямків, або в декілька одночасно. Вибір того або іншого напрямку буде визначатися індивідуально для кожного НПЗ відповідно до економічної доцільності ухвалених рішень.

Література:

1. Кашаев Р.С. Экспресс-анализ концентрации парафина и температуры застывания топлива методом ЯМР / Р.С. Кашаев // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – № 8. – С. 31-35.

ПОЛУЧЕНИЕ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ С НИЗКИМ И ВЫСОКИМ ГЛИКЕМИЧЕСКИМ ИНДЕКСОМ НА ОСНОВЕ АМИЛОЗНОГО И АМИЛОПЕКТИНОВОГО КРАХМАЛА КУКУРУЗЫ

Мартынюк Н.М.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В настоящее время селекционерами получены линии, сорта и гибриды эндоспермальных мутантов кукурузы с преимущественным содержанием амилозного или амилопектинового крахмала. Эти разновидности крахмала существенно отличаются по способности подвергаться гидролизу амилолитическими ферментами и продукции глюкозы в кровь. При высокой скорости амилолитического разрушения высокополимерного крахмала в кровь будет поступать большое количество глюкозы. При низкой скорости амилолиза – скорость поступления в кровь глюкозы будет соответственно ниже. Данное свойство крахмалов может быть успешно использовано при создании функциональных продуктов питания. Функциональные продукты питания широко используются для профилактики и лечения нарушений метаболизма глюкозы.

Выполненные нами пилотные исследования показали, что амилозный крахмал проявляет более медленный и растянутый во времени амилолиз. Концентрация глюкозы в крови подопытных животных достоверно не отличается от таковых показателей контрольной группы. В то же время, группа животных, получавшая сравнимое количество амилопектинового крахмала, в первые 90 мин, после внутрижелудочного введения крахмала, имела достоверно повышенные значения глюкозы в периферической крови. Таким образом, нами было показано, что даже здоровые животные, получая углеводистую пищу на основе разных крахмалов, испытывают определенные нагрузки на глюкозу периферической крови. При прочих равных условиях, когда есть нарушения в элиминации глюкозы крови, используя амилозный крахмал, мы можем снижать скорость поступления глюкозы в кровь, то есть иметь низкий гликемический индекс.

Продукты питания на основе амилозного крахмала показаны при диабетических нарушениях, склонности к полноте, необходимости обеспечить равномерное поступление глюкозы в кровь на длительном протяжении времени. В то же время, при необходимости иметь быстрое поступление глюкозы в кровь, после высоких физических нагрузок, при истощении, при откорме животных показаны продукты питания на основе амилопектинового крахмала. Исследования показали, что меняя соотношение амилозы и амилопектина в продуктах питания, можно в широких пределах изменять скорость поступления глюкозы в кровь. Продукты на основе указанных разновидностей крахмала безопасны, имеют относительно не высокую стоимость и могут быть успешно используемы в педиатрической и гериатрической практике при нарушении обменных процессов усвоения глюкозы.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБА ІЗ ДИСПЕРГОВАНОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ

Миколенко С.Ю., Щербаков С.В.

*Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет,
м. Дніпро*

Хліб відноситься до продуктів масового споживання, що робить вдосконалення його рецептури біологічно активними речовинами прекрасним шляхом щодо коректування раціону харчування пересічної людини. Хлібопекарська продукція із цілого зерна все більше привертає увагу споживачів, які піклуються про своє здоров'я. Хліб, виготовлений без використання борошна безпосередньо із зерна, попередньо підданого вологотепловій обробці, багатий на вітаміни, мінеральні речовини та харчові волокна. У свою чергу, такий технологічний підхід до переробки зерна у готову харчову продукцію дозволяє значно скоротити кількість відходів втрати зерна уздовж харчового ланцюга при зниженні витрат енергії, трудових ресурсів і загального навантаження на навколишнє середовище, що узгоджується із сучасними світовими тенденціями виробництва.

Незважаючи на вагомі переваги виробництва хліба із диспергованої зернової маси наявні недоліки технології – значна тривалість виробничого циклу, низькі органолептичні властивості готової продукції і зростання мікробіологічних ризиків – виступають перепонами для переходу продукту із розряду нішевих до кагорти популярних хлібобулочних виробів. Тому проведена науково-дослідна робота була присвячена використанню додаткової обробки води контактною нерівноважною низькотемпературною плазмою з метою удосконалення технології хліба із диспергованого зерна пшениці. Підготовка води вказаним методом призводить до підвищення її проникної здатності, а утворені під час обробки пероксидні і надперекисні сполуки надають воді антисептичних властивостей.

Для проведення досліджень магістральну воду обробляли у плазмохімічному реакторі дискретного типу протягом 10–40 хв. до значень активної кислотності 9,4–10,1. Підготовлену воду використовували для замочування зерна з метою його біологічної активації до утворення паростків довжиною 0,5–1,5 мм. Підготовлене таким чином зерно пшениці диспергували. До диспергованої зернової маси вносили компоненти, передбачені рецептурою, за умови заміни під час замішування тіста води без додаткової обробки плазмохімічно активованою водою. Визначення зміни технологічних процесів і оцінку якості сировини і напівфабрикатів проводили фізичними, фізико-хімічними і органолептичними методами.

Встановлено, що застосування плазмохімічно активованої води дозволяє активізувати фізіологічні процеси у зернівці та впливає на вуглеводно-амілазний комплекс пшениці, що у свою чергу, призводить до скорочення технологічного процесу виробництва хліба на 25–33%. Отриманий хліб із диспергованої зернової маси при застосуванні додатково обробленої плазмою води має покращені споживчі якості.

АНАЛІЗ МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО СКЛАДУ ГЛИНИ КОСМЕТИЧНОЇ ЧОРНОЇ

Нартенко А.В., Кричківська Л.В., Дубоносів В.Л.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

На сьогоднішній день косметичні засоби є невід'ємною частиною цілого комплексу заходів, спрямованих на поліпшення зовнішнього вигляду, ними користуються всі без винятку. Однак, сучасні засоби догляду, поряд з корисними речовинами, також можуть містити і шкідливі компоненти.

Цілющі властивості косметичної чорної глини полягають в її мінеральному складі. Засіб може бути рекомендований як для використання в комплексних програмах косметичної корекції в умовах косметологічних закладів так і для домашнього догляду [1].

Метою даної роботи є дослідження мікроелементного складу косметичної чорної глини різних виробників, а також визначення їх кількісного вмісту та можливий вплив на організм людини. Дослідження мікроелементного складу сировини проводилося спектрометричним методом на рентгено-флюоресцентному спектрометрі компанії «Елватекс». Результати дослідження представлено в таблиці.

Таблиця – Мікроелементний склад глини чорної косметичної

Елемент	Вміст, % від сумарного вмісту мікроелементів	
	Глина чорна <i>Fito</i>	Глина чорна <i>NaturPro</i>
K	3.466	-
Ca	3.290	2.303
Ti	2.662	5.604
Cr	0.622	-
Mn	-	1.999
Fe	81.924	78.751
Zn	3.670	3.855
As	0.163	0.339
Rb	1.734	1.096
Sr	0.929	2.213
Y	0.303	-
Zr	1.239	3.676
Nb	-	0.164

Аналіз експериментальних даних свідчить про те, що мікроелементний склад глин надзвичайно різноманітний. Зразки, які використовують в косметичній практиці, придбані в мережі аптек, містять не тільки поширені, але й рідкісні мікроелементи (рубідій, цирконій, уран, цезій). Взаємодія останніх на клітинному рівні, навіть в дуже малих дозах, може спричинити негативний вплив на стан епідермісу шкіри.

Література:

1. Луцюк І.В. Вплив сапонітової породи на зміну структурної в'язкості легкотопких глин при нагріванні [Текст]: зб. наук. пр. / І. В. Луцюк // Хімія, технологія речовин та їх застосування. – 2000. – № 414. – С. 52-55.

ЖИРОВІ СИСТЕМИ ОЗДОРОВЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗІ ЗНИЖЕНИМ ТА НУЛЬОВИМ ВМІСТОМ ТРАНС-ІЗОМЕРІВ ЖИРНИХ КИСЛОТ

Некрасов П.О.¹, Ткаченко Н.А.², Гудзь О.М.¹

¹Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

²Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Актуальним напрямом розвитку олійно-жирової галузі України є нарощування виробництва та експорту продукції з високою доданою вартістю, зокрема маргаринів та жирів спеціального призначення. Згідно даних асоціації «Укроліяпром» вітчизняними підприємствами у 2016 році було вироблено 184 тис. тон маргаринової продукції і у 2017 році прогнозується підвищення цього показника.

Слід зазначити, що переважна більшість твердих жирів у рецептурах зазначеної продукції виробляється методом часткової гідрогенізації. Цей метод модифікації жирів призводить до утворення у їх складі значної кількості (до 60 %) транс-ізомерів жирних кислот [1].

Результати багатьох наукових досліджень показали, що споживання жирів, які у своєму складі містять транс-ізомери жирних кислот, порушує в організмі людини роботу ферментів, клітинних мембран, сприяє збільшенню рівня холестерину в крові та підвищує ризик серцевих захворювань. У Європейському Парламенті 26 жовтня 2016 року було прийнято Резолюцію про обмеження вмісту таких жирів у продуктів харчування на території ЄС – не більше 2% від вмісту загального жиру. Крім того, у низці Європейських країн, таких як Данія, Австрія, Угорщина та ін. це обмеження вже діє на державному рівні.

Уникнути утворенню при гідрогенізації транс-ізомерів можна тільки єдиним шляхом – переходом до технології одержання повністю гідрованих жирів. Однак вони мають дуже високу температуру плавлення і їхнє безпосереднє використання у виробництві харчових продуктів можливо тільки в суміші з рідкими оліями. Тому більш виправданим вирішенням проблеми мінімізації вмісту транс-ізомерів жирних кислот у складі жирів є застосування технологій, які не ведуть до їх утворення, а саме переетерифікації та фракціонування жирів з використанням як сировини природних твердих жирів.

Авторами роботи виконано пошукові дослідження з наукового обґрунтування технологій жирових систем оздоровчого призначення зі зниженим та нульовим вмістом транс-ізомерів жирних кислот та розроблено рекомендації щодо особливостей їх рецептурного складу.

Література:

1. *Shahidi F.* Bailey's Industrial Oil and Fat Products, 6th Edition / *F. Shahidi.* – John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2005. – 3616 pp.

АНАЛІЗ МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО СКЛАДУ ГУБНИХ ПОМАД МЕТОДОМ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛІЗУ

Немченко Н.В., Кричковська Л.В., Дубоносів В.Л.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Сучасні тенденції вдосконалення асортименту косметичних продуктів орієнтовані на створення якісної продукції, яка не повинна шкодити здоров'ю людини і відповідати потребам споживача [1, 2].

Метою даної роботи є дослідження мікроелементного складу губних помад різних торгових марок методом рентгенофлуоресцентного аналізу визначення, вмісту мікроелементів та можливий вплив на організм людини.

Для аналізу було використано кілька зразків помад різних торгових марок. Мікроелементний склад губних помад представлено в таблиці.

Таблиця – Мікроелементний склад губних помад

Назва елемента	Вміст, % від сумарного вмісту мікроелементів			
	Помада Avon	Помада Faberlic	Помада Malva	Помада RubyRose
Mg	0.143	0.558	0.513	0.122
K	0.933	-	1.365	-
Ca	-	1.073	-	-
Ti	47.892	77.219	78.744	59.249
Fe	46.376	9.366	15.795	39.555
Zn	1.247	3.785	1.758	0.484
Rb	0.467	0.704	1.825	-
Sr	0.426	3.383	-	-
Zr	0.088	-	-	0.243
Nb	-	-	-	0.289
Ba	2.428	3.913	-	0.058
Всього:	100	100	100	100

Аналіз експериментальних даних свідчить про те, що виявлені елементи, які можуть провокувати алергічну реакцію, роздратування і навіть ракові пухлини, не виявлені.

Аналізуючи отримані дані мікроелементного складу можна зробити висновки, що для споживачів є безпечним та має сенс краще використовувати помаду фірми-виробника «Avon», США.

Література:

1. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии / А.Т. Лебедев. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2003. – 493 с.
2. Скальный А.В. Биоэлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. – М.: Оникс 21 век, Мир, 2004. – 272 с.

РОЗРОБКА БІОТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ПРОТИПУХЛИННИХ ВАКЦИН

Нідельська М.С., Огурцов О.М., Краснопольський Ю.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

На даний час основними методами лікування онкологічних захворювань є хірургічне видалення пухлини з подальшими хіміотерапією та радіотерапією. Комплексне використання цих методів не завжди ефективно, крім того, воно характеризується широким спектром побічних ефектів для організму хворого (зниження імунітету, виразка слизових оболонок та ін.). Таким чином, актуальною є проблема розробки нових високо ефективних підходів до лікування пухлин.

На сьогоднішній день аутовакцина є найбільш дієвим засобом специфічної імунотерапії пухлинної хвороби. Основна перевага аутологічних вакцин полягає в тому, що вони ідентичні клітинам пухлини з відповідними структурами, що активують клітинну імунну відповідь. Тому зникають проблеми розбіжності антигенного профілю вакцини і пухлини та алергічних реакцій на чужорідні непухлиноспецифічні антигени, що знижує ризик пов'язаних з цим ускладнень, так само як і знижує ризик контамінації патогенними вірусами і внутрішньоклітинними паразитами. Крім того, такі клітини досить довго можуть перебувати в організмі, що важливо для розвитку імунної відповіді. Відомий спосіб одержання протипухлинної аутовакцини включає в себе отримання пухлинної тканини від хворого під час операції, промивання її фізіологічним розчином, гомогенізацію при температурі 4–6°C, обробку пухлинних клітин фільтратом культуральної рідини штаму мікроорганізму *Bac. mesentericus* АБ-56 та інкубацію суміші в термостаті протягом 1–2 год. [1]. На жаль, одержана вакцина не забезпечує необхідну на сьогоднішній день профілактичну та терапевтичну ефективність. Фільтрат має низьку цитотоксичну властивість. Тому постає проблема пошуку ад'ювантної речовини, нешкідливої для організму та з високою цитотоксичною властивістю.

Такою речовиною виявився лектин одержаний зі штаму мікроорганізму *Bacillus subtilis* В-7025. Лектини – це білки неімунно природи, які специфічно і зворотно зв'язують вуглеводи без порушення їх ковалентної структури. Лектин одержаний зі штаму мікроорганізму *Bacillus subtilis* В-7025 має високу цитотоксичну властивість. Це дозволяє підвищити пухлинну резистентність, зменшити кількість активної речовини, необхідної для одержання аутовакцини та у 2 рази скоротити інкубаційний період її приготування. Штам-продуцент *Bacillus subtilis* В-7025 культивується на дешевших поживних середовищах, що значно зменшує затрати при виготовленні аутовакцини.

Література:

1. Нідельська М.С. Біотехнологія одержання протипухлинних вакцин : дипл. проект, керівник проф. Краснопольський Ю.М. / М.С. Нідельська. – Харків, 2016. – 88 с.

ПІДВИЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ БЕЗПЕКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Никоненко К.С., Белінська А.П., Овсяннікова Т.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Ковбаса продається в кожному продуктовому магазині без винятку, і вже так щільно увійшла до життя сучасної людини, що стала одним з постійних продуктів. Ковбаса – це м'ясний фарш, змішаний зі спеціями, сіллю і шпиком, спресований у кишці і підданий термічній обробці. Такий класичний рецепт ковбаси з початку її існування. Поява ковбаси надала виробникам м'ясної продукції безліч можливостей: новий смак, тривале зберігання, швидку м'ясну їжу. Ковбаса є надзвичайно популярною і залишається одним з постійних продуктів в раціоні сучасної людини.

На цей час у виробництві ковбасних виробів використовується ряд компонентів, які є некорисними і навіть шкідливими для організму людини, одним з таких компонентів є нітрит натрію. Дійсно, нітрит запобігає розвитку бактерії *Clostridium batulinum* та надає приємний рожевий колір ковбасним виробам, однак у промислово переробленому м'ясі нітрит натрію часто переходить в нітрозаміни, які є відомими канцерогенами [1].

Метою наших досліджень є пошук безпечних харчових добавок для ковбасних виробів, що мають біологічну активність і є корисними для організму людини.

Одна з наших пропозицій полягає у зменшенні вмісту нітриту натрію в ковбасних виробках з 50-100 мг на кг м'яса до 10-20 мг. Це досягається за рахунок введення у ковбасні вироби аскорбінової кислоти, яка підвищує ефективність використання нітритів та природного барвника бетаніну (E162, буряковий червоний). Цей барвник отримують з соку буряка за допомогою екстракції, тому він є повністю безпечним і під час термообробки не втрачає червоного насиченого кольору. Завдяки цьому технологія приготування ковбасних виробів повністю дотримується [2].

Ковбасні вироби з мінімізованим вмістом нітриту натрію та бетаніном не шкодять здоров'ю, а навпаки, підуть тільки на користь. Тому, що активна речовина бетанін приймає участь в утворенні холіну в організмі людини, який в свою чергу регулює роботу печінки. Також бетанін позитивно впливає на серцево-судинну систему, знижуючи ризик інфарктів. Таку ковбасну продукцію можна рекомендувати вживати спортсменам, дітям, вагітним жінкам та людям похилого віку.

Література:

1. Нечаев А.П. Пищевые добавки / А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова, А.Н. Зайцев. – М.: Колосс-Пресс, 2002. – 256 с.
2. Голубев В.Н., Чичева-Филатова Л.В., Шленская Т.В. Пищевые и биологические активные добавки / В.Н. Голубев. – Москва: Академия, 2003. – 208 с.

УДОСКОНАЛЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ СПЕЦИФІЧНИХ ІМУНОГЛОБУЛІНІВ Y

Пилипенко Д.М., Огурцов О.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Імуноглобуліни – це біологічно-активні сполуки з широким спектром специфічності до різних антигенів, які здатні активувати комплемент, посилювати фагоцитарну активність макрофагів та нейтралізувати токсини, бактерії, віруси або продукти їх метаболізму. Препарати специфічних імуноглобулінів займають одну з провідних позицій на сучасному ринку біотехнологічних препаратів завдяки швидкому та тривалому терапевтичному ефекту, спрямованій дії проти певного антигену, можливості застосування для дітей, вагітних жінок, пацієнтів з імунодефіцитами та алергією [1].

Однак, імуноглобуліни ссавців характеризуються високою імуногенністю для людини. Тому актуальною темою є удосконалення джерела специфічних імуноглобулінів. Альтернативою класичному виробництву є IgY-технологія, яка передбачає виділення імуноглобулінів з яєчного жовтку імунізованого птаха. Перевагами IgY є їх висока концентрація в жовтку (4–16 мг/мл), нездатність завдяки філогенетичній віддаленості зв'язувати білки людини. Встановлено, що питний йогурт, що містить 1 % IgY до уреаз *Helicobacter pylori*, можна ефективно застосовувати для лікування хворих замість антибіотикотерапії [2]. Використання качок домашніх як донорів біологічного матеріалу дозволяє отримати дві ізоформи IgY – повнорозмірну (180 кДа; 7,8S) та усічену IgY(Δ Fc) (120 кДа; 5,7S), які притаманні лише представникам ряду гусеподібних. IgY(Δ Fc) є структурно і антигенно природним аналогом F(ab')₂-фрагменту і має знижену імуногенність.

Нами запропоновано біотехнологічну схему одержання специфічних імуноглобулінів Y проти уреаз *Helicobacter pylori*, яка дозволяє роздільно отримати дві фракції – IgY та IgY(Δ Fc). Це досягається шляхом: 1) імунізації качок антигеном уреаз *Helicobacter pylori*; 2) отримання качинового яєчного імунного жовтку; 3) екстракції білкової фракції, що містить IgY; 4) адсорбції IgY на сорбенті кремнеземі колоїдному; 5) диференційного висолювання сульфатом амонію у концентрації 21 % для фракції IgY та 31 % – IgY(Δ Fc). Фармацевтична чистота препарату забезпечується завдяки ультрафільтрації та стерилізуючій фільтрації.

Таким чином, запропонована технологія забезпечує одержання двох ізоформ IgY, високий вихід цільового продукту та дозволяє спростити очистку біологічного матеріалу у порівнянні з очисткою донорської крові.

Література:

1. Пилипенко Д.М. Біотехнологія одержання специфічних імуноглобулінів Y: дипл. проект, керівник проф. Краснопольський Ю.М. / Д.М. Пилипенко. – Харків, 2016. – 85 с.
2. Horie K. Suppressive effect of functional drinking yogurt containing specific egg yolk immunoglobulin on *Helicobacter pylori* in humans. / K. Horie, N. Horie, A.M. Abdou [et al.] // Journal of Dairy Science. – 2004. – V. 87, № 12. – P. 4073–4079.

ВИБІР МЕТОДІВ ТА ПРОЦЕСІВ ТЕРМОАКТИВАЦІЇ АНТИПОЖИВНИХ РЕЧОВИН СОЇ ТА ПЕРЛОВОЇ І ПШЕНИЧНОЇ КРУП

Пода В.М., Чурсінов Ю.О.

*Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет,
м. Дніпро*

Операції термообробки зерна знаходять широке використання у виробництві харчових концентратів, круп, екструдованих харчових і кормових продуктів.

Нагрів зернових матеріалів шляхом теплового (інфрачервоного) випромінювання дозволяє досягти значних змін в хімічних, мікробіологічних, механічних комплексах зернової сировини, що переробляється швидше ніж обробкою кондуктивним чи конвективним способами нагріву.

Для виробництва соєвих харчових продуктів, таких як соєве молоко, сир тофу, окара, олія та борошно, а також повножирної або знежиреної сої кормової важливим є знезараження продукту від існуючих в його біохімічному складі (сирому бобі) таких шкідливих речовин як уреаза, інгібітори протеази, сапоніни, тощо. Наукове обґрунтування вибору режимних параметрів процесу обробки шляхом високотемпературної мікронізації бобів сої, а також перлової і пшеничної круп, дослідження впливу інфрачервоного нагріву на якісні показники кінцевого продукту, також нейтралізація шкідливих речовин, поставлені в основу наших теоретичних і експериментальних досліджень. Дослідження інактивації поживних речовин в сировині, процесів внутрішнього інтенсивного нагріву ендосперму зернівок, умов перерозподілу вологи, причини розтріскування зерна у змінних умовах дозволить визначити раціональні способи та режими обробки продукту.

В результаті проведення експериментальних досліджень будуть виявлені умови термоактивації антипоживних речовин. При розгляді процесу термообробки враховані такі фактори як початкова та кінцева вологість вихідного зерна, інтенсивність теплового потоку, тривалість процесу обробки, товщина оброблюваного шару зернового продукту.

Проаналізувавши способи інактивації антипоживних речовин, які містяться в соєвих бобах, такі як фізичний, біохімічний і комбінований, нами обраний термічний з мікронізацією, так як екструдування, підпарювання, автоклавування не забезпечують такої якості кінцевого продукту, як мікронізація. Найближчий до цього способу являється СВЧ – обробка, якому буде приділено увагу в порівняльних результатах як по техніко-технічним і енергетичним характеристикам, так і по якості обробленого харчового продукту.

Література:

1. Бабіч А.І. Сучасне виробництво і використання сої / А.І. Бабіч– К.: Урожай, 1993. – 426 с.
2. Зверев С.В. Інактивація уреази в процесах вологотеплової мікронізації сої / С.В. Зверев, С.В. Козін // Зберігання і переробка зерна. – №2. – 2008.

ОПТИМІЗАЦІЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА М'ЯКИХ СИРІВ

Полюян Д.В., Варанкіна О.О., Огурцов О.М.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Огляд ринку молокопереробної продукції підтверджує необхідність створення нових видів продукції, в тому числі у сироробній галузі. За прийнятою класифікацією по щільності і способу приготування сири поділяють на види: м'які – з м'якою вершковою або сирною консистенцією, вироблені без додаткової обробки; напівтверді – з щільною вершковою консистенцією, які відрізняються від м'яких сирів способом пресування і терміном дозрівання; тверді – з твердою, щільною консистенцією; копчені – відносяться до типу твердих сирів по щільності, але відрізняються від них способом приготування і смаком; плавлені – за консистенцією близькі до м'яких, але відрізняються від них способом приготування і смаком. Підвищеним попитом серед споживачів користуються сири м'якої групи. М'який сир – це високоякісний білковий харчовий продукт, який одержують при кислотному або кисло-сичужному згортанні спеціально підготовленого молока. До м'яких сирів належать наступні види: адигейський, бринза, камамбер, рокфор, моцарелла, маскарпоне, фета. Адигейський сир виробляють шляхом кисло-сичужного заквашування, без дозрівання. Виробництво сирів кисло-сичужного згортання має ряд переваг: менші вимоги до якості молочної сировини; повніше використовують складові частини молока; тривалість процесу згортання суміші скорочується. В даній роботі обрано спосіб виробництва м'якого адигейського сиру, який включає: приймання сировини, пастеризацію і охолодження, нормалізацію молока, сквашування, відділення згустку від сироватки та часткове зневоднення, самопресування, охолодження і зберігання [1].

Метою дослідження було удосконалення технології отримання адигейського сиру на стадії сквашування, шляхом внесення закваски мезофільних молочнокислих стрептококів *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris* та *Streptococcus acetonicus*. Вказані види мікроорганізмів в результаті життєдіяльності виділяють ферменти, які разом з сичужним ферментом розщеплюють всі компоненти молока. Також відбувається зниження активної кислотності за рахунок утворення молочної кислоти, що є сприятливим фактором для активації дії сичужного ферменту та синерезису молочної сировини. Окрім того, молочнокислі бактерії подавляють розвиток сторонньої мікрофлори.

Таким чином, запропонована технологія дозволяє оптимізувати стадію сквашування молочної сировини, підвищує якість та обсяг виробництва, скорочує тривалість процесу виробництва, знижує собівартість продукції.

Література:

1. Безюк Д.В. Виробництво м'якого адигейського сиру на стадії сквашування : дипл. проект, керівник доц. Леонтьєв Д.В. / Д.В. Безюк. – Харків, 2016. – 59 с.

ВИГОТОВЛЕННЯ ПАСТИЛИ ОЗДОРОВЧОГО НАПРЯМКУ

Рак О.В., Белінська А.П.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Пастила – солодкий кондитерський виріб, відомий з XIV ст., на основі фруктов-ягідного пюре, сильно згущеного при варінні. Пастила, завдяки своєму відмінному смаку і аромату, користується великою популярністю в різних країнах. Її вживають при чаювання як в звичайному вигляді, так і в складі різноманітних десертів, тістечок, тортів. Пастильні кондитерські вироби є продуктами високої калорійності, які добре засвоюються і мають високі смакові властивості. Але вміст в них вітамінів, макро- і мікроелементів відносно не високий [1].

Метою роботи було збагачення даного солодкого продукту біологічно активними речовинами природного походження задля надання йому оздоровчих властивостей.

Для досліджень ми цілеспрямовано обрали пастильні кондитерські вироби, в їхньому складі в процесі виробництва практично не відбувається втрати біологічно активних речовин завдяки порівняно низьким температурним режимам технологічної обробки.

Важливою складовою розробленого рецептурного складу пастили є вітаміни групи В і РР. Вітамін В₂, відомий як рибофлавін, широко розповсюджений у всіх тваринних і рослинних тканинах, він необхідний для утворення еритроцитів, антитіл, для регуляції росту і репродуктивних функцій в організмі. Він також необхідний для здоров'я шкіри, нігтів, росту волосся і в цілому для здоров'я всього організму, включаючи функцію щитовидної залози [2]. Вітамін В₆ (піродоксин) покращує білковий обмін і синтез жирів, зменшує ризик виникнення дерматиту. Не менш корисним являється вітамін РР (нікотинова кислота), вона відіграє важливу роль у обміні речовин, зокрема має антиатерогенну дію. Також у роботі запропоновано збагачення продукту такими мікроелементами як магній, який є складовою ферментів, впливає на енергетичні процеси в органах і тканинах, нормалізує роботу нервової системи, і калій – він входить у склад полівітамінів і застосовується при розладах обміну речовин [2].

Вибір вітамінних і мінеральних комплексів базувався на основних критеріях розроблених ВООЗ, а саме високій біодоступності протягом усього періоду зберігання збагаченого продукту; оптимальної вартості комплексу; простій технології внесення (сухе змішування з сировиною); відсутності взаємозв'язку мікронутрієнтів з компонентами продукту, що призводить до зниження вмісту або засвоєння інших харчових речовин.

Література:

1. Зубченко А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий / А.В. Зубченко. – Воронеж: Гос технол академия, 2001. – 389 с.
2. Нечаев А.П. Пищевая химия: навч. пос. для студ. / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова. – М.: ГИОРД, 2007. – 634 с.

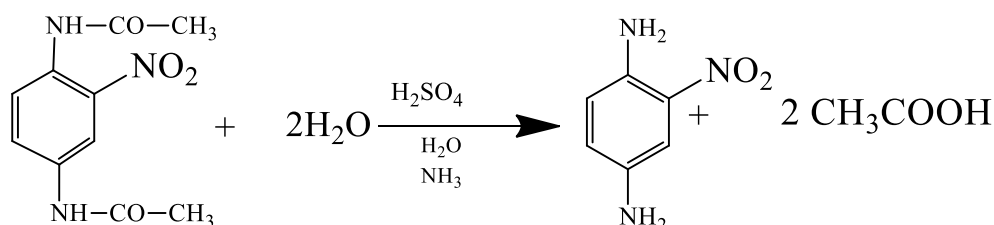
ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА 2-НІТРО-1,4-ФЕНІЛЕНДІАМІНУ

Ракітіна С.І., Мироненко Л.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

2-Нітро-1,4-фенілендіамін представляє собою порошок чорного кольору, розчинний у воді, метанолі, ефірі, бензолі, хлорбензолі. Застосовується в складі засобу для волосся з підфарбовуючим ефектом «Смак», а також у якості коричневого барвника для хутра.

2-Нітро-1,4-фенілендіамін отримують ацилюванням *m*-фенілендіаміна оцтовим ангідридом; нітруванням N,N'-діацетил-2-нітро-фенілендіаміну меланжем з подальшим виділенням на воду; омиленням N,N'-діацетил-2-нітро-1,4-фенілендіаміна з подальшою фільтрацією, промиванням, розчиненням, очищенням, фільтрацією технічного 2-нітро-1,4-фенілендіаміна, кристалізацією і фільтрацією очищеного 2-нітро-1,4-фенілендіаміна [1]:



При виробництві 2-нітро-1,4-фенілендіаміну в стічні води потрапляють такі сполуки як N,N'-діацетил-2-нітро-1,4-фенілендіамін, оцтова кислота, азотна кислота, сірчана кислота, оцтовокислий амоній, 2-нітро-1,4-фенілендіамін, сульфат амонію, аміак. Тому на підприємстві застосовується біохімічне очищення стічних вод, основане на використанні крапельних біофільтрів.

Актуальність виробництва даного барвника полягає в простоті його застосування, швидкому, глибокому і міцному фарбуванні волосся при окисненні його перекисом водню. Але застосування 2-нітро-1,4-фенілендіаміну має певний недолік, сутність якого полягає в тому, що діаміни при сполученні з масляною кислотою і виділеннями порових залоз утворюють солі які закривають пори і викликають подразнення, особливо у людей, схильних до сильної пітливості. Проведені роботи в напрямку хімічної модифікації 2-нітро-1,4-фенілендіаміну з метою його знешкодження, щоб зробити в повній мірі придатним для фарбування волосся [2].

Література:

1. Степанов Б.И. Введение в химию и технологию органических красителей / Б.И. Степанов. – М.: Химия, 1994. – 592 с.
2. Волгина Т.Н. Промышленная органическая химия / Т.Н. Волгина, Л.С. Сорока. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 154 с.

ВДОСКОНАЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ХВОРИХ НА ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ

Свінцова Д.І., Куниця К.В.

Харківський торговельно-економічний інститут

Київського національного торговельно-економічного університету, м. Харків

Захворювання на цукровий діабет, а саме на цукровий діабет другого типу, є одним з найпоширеніших у наш час і, на жаль, росте значними темпами. Це захворювання виникає внаслідок порушення взаємодії інсуліну з клітинами тканин та частіш за все, є наслідком ожиріння. Оскільки харчування цієї категорії населення має свої особливості, необхідно розробляти нові страви та створювати спеціальні раціони харчування.

Мета роботи – вдосконалення рецептури бісквіту Буше за допомогою введення нових компонентів у рецептуру.

Науковцями та дієтологами було проведено багато роботи щодо розробки та покращення раціонів харчування для людей з ожирінням та хворих на цукровий діабет [1]. В останні роки багато спеціалістів в області діабетології продовжують із завзятістю наполягати на «інтенсифікацію» лікування цукрового діабету другого типу та вдосконалення продуктів харчування при цьому захворюванні [2]. Підвищення біологічної цінності, зменшення цукромістких кондитерських виробів відповідають нормам збалансованого раціонального харчування різних груп населення відповідно до віку, професії, стану здоров'я, національних та побутових звичок, кліматичних умов. У вирішенні цієї проблеми значне місце займають вироби спеціального призначення – дієтичні, вітамінізовані, лікувальні. Серед дієтичних найбільш вагоме місце займають вироби для діабетиків. На сьогоднішній час проблема покращення харчових та енергетичних властивостей борошняних кондитерських виробів для цієї категорії населення залишається актуальною.

Для проведення дослідів було одержано зразки бісквіту Буше: стандартний зразок – за традиційною рецептурою [3] та інноваційний (із введенням нових компонентів у рецептуру та заміну цукру на фруктозу). Фруктоза не поглинається інсулінозалежними тканинами. Вона майже повністю поглинається і метаболізується клітинами печінки. Перевага фруктози полягає в тому, що солодкого смаку можна надати страві відносно невеликою кількістю фруктози, оскільки при близькій до цукру калорійності (380 ккал/100 г) вона в 1,2-1,8 рази солодше. В інноваційний зразок також було введено нові компоненти: курагу та волоські горіхи. Курага – продукт, багатий вітамінами, мікроелементами та мінеральними речовинами, вона допомагає виводити з організму надлишки холестерину – це значно покращує роботу серця, нормалізує роботу інсулінового апарату підшлункової залози, тому при діабеті лікарі рекомендують її до вживання в їжу [4].

Одержані зразки було проаналізовано на органолептичні показники та розраховано харчову цінність та їх мінеральний склад. Органолептичний аналіз продукції проводився профільним методом з використанням п'ятибальної шкали (порівнювались такі показники як форма, поверхня, колір, вид у розломі,

смак та запах). За результатами дослідження органолептичних показників інноваційний зразок має більш високі оцінки. Таким чином, вдосконалення рецептури сприяє кращій органолептичній оцінці готових виробів.

Розрахунок харчової цінності та мінерального складу проведено шляхом розрахунку білків, жирів, вуглеводів, що входять до складу продукту. Результати розрахунку харчової та енергетичної цінності наведено у табл.

Таблиця – Характеристика харчової цінності борошняних кондитерських виробів на 100 г продукту

Назва виробу	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Енергетична цінність, ккал
Традиційний зразок	16,5	10,1	71,1	449,0
Інноваційний зразок	18,1	13,4	51,6	401,6

З метою аналізу вітамінно-мінерального складу зразків було проведено розрахунок цих компонентів. Вміст вітамінів інноваційного зразку у порівнянні з традиційним збільшився у такій кількості: вітамін А – з 0,16 до 1,06 мг, вітамін С – з 0 до 0,67 мг, вітамін Е – з 1,20 до 2,06 мг та вітамін РР – з 2,45 до 3,10 мг відповідно.

Результати розрахунку вмісту основних мінеральних речовин в 100 г продукту показав, що їх вміст збільшився наступним чином: кількість К збільшилась в 2,4 рази, Са в 1,4 рази, Сu в 1,5 рази, Mg в 2,1 рази.

З наведених результатів очевидно, що в інноваційному виробі зменшена енергетична цінність, але одночасно з тим збільшений вміст вітамінів і мінеральних речовин.

Можна зробити висновок про доцільність вдосконалення традиційних рецептур борошняних кондитерських виробів шляхом введення нових компонентів у рецептуру для адаптації раціону людей, що страждають на подібні захворювання.

Література:

1. Димова С.А. Меню на каждый день для диабетиков / С.А. Димова, С.А. Остапов, Л.А. Багрянцева. – ООО «Феникс», Ростов-на-Дону, 2014. – 292 с.
2. Шмюэль Л. Сахарный диабет 2 типа: время изменить концепцию / Л. Шмюэль, Ю.И. Филиппов, А.С. Горелышев // Сахарный диабет, 2013. – № 1. – С. 91–102.
3. Павлов А.В. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания. под. ред. А.В. Павлова. – Спб.: ПрофиКС, 2002. – 296 с.
4. Мой здоровый рацион, Твой виртуальный диетолог. Таблицы калорийности. Интернет ресурс – URL: http://health-diet.ru/table_calorie

ОСОБЛИВОСТІ ВИДАЛЕННЯ НЕГІДРАТУЄМИХ ФОСФОЛІПІДІВ ІЗ РОСЛИННИХ ОЛІЙ

Семяшкін О.Ю., Луценко М.В.

*Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет,
м. Дніпро*

Фосфоліпідами називають сполуки, що складаються з жирних кислот багатоатомних спиртів і фосфорної кислоти. Залежно від того, який багатоатомний спирт лежить в основі фосфоліпіду, розрізняють гліцерофосфоліпіди, фосфосфінголіпіди і фосфоінозитиди.

Отже, фосфоліпіди рослинних олій поділяються на 2 види: ті, що піддаються гідратації, та ті, що не піддаються.

В рослинних оліях фосфоліпіди перебувають в молекулярно-розчиненому стані. В основу промислового методу видалення фосфоліпідів покладена їх здатність взаємодіяти з водою. Процес гідратації фосфоліпідів передбачає введення в олію гідратуючого агента (води, водних розчинів солей, кислот, лугів). Молекули фосфоліпідів, що володіють більшою гідрофільністю, дифундують з олії [1].

Таким чином, технологія гідратації включає наступні основні операції:

- змішання олії з гідратуючим агентом;
- поділ утворених фаз: гідратована олія-фосфоліпідна емульсія;
- висушування гідратованої олії і отримання продукту;
- висушування фосфоліпідної емульсії з отриманням фосфатидного концентрату або рослинних харчових фосфоліпідів.

Оптимальна температура гідратації залежить від природи і якості олії. Для завершення процесу коагуляції та отримання досить великих часток, здійснюють експозицію системи.

Способи видалення негідратуємих фосфоліпідів з рослинних олій засновані на обробці їх мінеральними й органічними кислотами, буферними розчинами, розчинами комплексоутворювачів, водними розчинами аміаку та солей, розчинами ПАВ і адсорбентами [3].

Найбільше практичне застосування знаходить спосіб видалення негідратуємих фосфоліпідів з олії при обробці її фосфорною кислотою. Перспективними є дослідження нових способів виведення негідратуємих фосфоліпідів із рослинних олій з метою отримання доброякісного фосфоліпідного продукту [2].

Література:

1. Арутюнян Н.С. Фосфолипиды растительных масел / Н.С. Арутюнян, Е.П. Корнена. – М.: Агропромиздат. – 1986. – 256 с.
2. Корнена Е.П. Исследование структуры негидратируемых фосфолипидов подсолнечных масел / Е.П. Корнена, Н.С. Арутюнян // Труды ВНИИЖ. – 1980. – С. 25-32.
3. Щербаков В. Г. Технология получения растительных масел. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1992. – 207 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ АНТОЦІАНІВ В ЕКСТРАКТАХ З ПЛОДІВ ЙОШТИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ

Сергієнко Б.В., Варанкіна О.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Антоціанові сполуки, які відносять до флавоноїдів, є природними барвниками, які забезпечують забарвлення від червоного до синього в залежності від антоціана-попередника та рН середовища. Зазвичай, їх отримують з природної сировини методом екстракції, але дослідження щодо оптимальних умов екстракції проводили лише відносно певних видів сировини (виноград, чорна смородина тощо). Одним із важливих факторів, що впливають на екстрагування речовин, є температура. За відсутності подібних досліджень відносно плодів йошти, було запропоновано визначити оптимальну температуру екстрагування в межах від 20 до 60 °С. Такі межі обрані тому, що проводити екстракцію за температури нижче ніж 20 °С недоцільно, а за температури вище 60 °С антоціанові сполуки руйнуються. У дослідях в якості розчинника використовували дистильовану воду. Усі вимірювання проводили тричі, відносна похибка при цьому склала не більше за 0,9%. Результати експериментальних досліджень приведені у таблиці.

Таблиця – Концентрації антоціанів в екстрактах плодів йошти в залежності від температури екстрагування

Час екстракції	Температура екстракції	С антоціанів в екстракті, мг/дм ³
1 год	20 °С	165
	30 °С	233
	40 °С	208
	50 °С	207
	60 °С	206

Результати досліджень показали, що з підвищенням температури екстрагування до 30 °С збільшується концентрація антоціанів в перерахунку на абсолютно суху речовину. Подальше збільшення температури екстрагування призводить до зменшення вмісту антоціанових сполук.

Шляхом апроксимації даних було визначено рівняння регресії з поліноміальною залежністю (у – концентрація антоціанів в екстракті, мг/дм³; х – температура, °С):

$$y = 7,7x^3 - 77,8x^2 + 237,3x - 0,2 \quad (R^2 = 0,88),$$

що точно описує отримані залежності і може бути використано для подальшого прогнозування зміни масової частки екстракційних речовин в залежності від температури екстрагування.

Література:

1. Сергієнко, Б.В. Дослідження технології отримання антоціанових сполук з рослинної сировини : дипл. робота / Б.В. Сергієнко. – Харків, 2016. – 74 с.

УДОСКОНАЛЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО РЕГЛАМЕНТУ ОТРИМАННЯ БІЛКІВ ТЕПЛОВОГО ШОКУ

Стародубова А.А., Звягінцева О.В., Клімова О.М., Огурцов О.М.

***Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків***

Сьогодні більшість нових білкових препаратів медичного призначення отримують шляхом виділення з генетично трансформованих клітин. Застосування білків теплового шоку (БТШ, *heatshockproteins*, HSP) є актуальним для біотехнології, фармакології, медицини, оскільки ці білки мають здатність здійснювати ефективний рефолдингконформаційно змінених білків організму при різноманітних захворюваннях. Забезпечення ефективного джерела отримання високоочищеного HSP70 є однією з важливих задач, що виникають при створенні сучасних вакциноподібних препаратів [1]. Доцільним є використання нових біотехнологічних ген-рекомбінантних технологій для отримання таких білків та отримання цільових продуктів з мінімальною кількістю домішок. На теперішній час достатніми розробками є методи верифікації, ампліфікація та векторний транспорт до клітини продуцента, будь-якого структурного гену, який відповідальний за синтез HSP70 [2].

Метою даної роботи була розробка біотехнологічного регламенту для отримання рекомбінантного цільового продукту – HSP70, продуцентом якого є культура *E. coli*, та його очистка від цитотоксичних домішок методом хроматографії. Також одним із завдань було визначення біодоступності отриманого цільового продукту за допомогою лімфоцитотоксичного тесту.

Новий біотехнологічний регламент включає наступні основні стадії: отримання рекомбінантного штаму *E. coli*, що містить плазмиду із трансформованим геном, який забезпечує синтез HSP70; культивування штаму у сучасному ферментері на 10 дм³; виділення білкового продукту та двох стадійна хроматографічна очистка, що забезпечує отримання кінцевого білкового препарату з чистотою не менше 98 %. Також за допомогою лімфоцитотоксичного тесту на різних етапах виробництва провели аналіз HSP70 на токсичність, що дало змогу впевнитися у його нешкідливості для організму людини. Метод імуоферментного аналізу використовували для визначення ефективності кінцевого продукту. В роботі проведені розрахунки матеріального та теплового балансів, а також економічні розрахунки, що доводять ефективність запропонованого технологічного рішення.

Таким чином був розроблений нами зручний, доступний та універсальний спосіб отримання рекомбінантних препаратів білку сімейства стресових та отриманий високоочищений препарат білка HSP70.

Література:

1. Пат. 2283128 Росс. Федерация МПК А 61 К 38/12, С 12 N 1/00. Способполученияпрепаратабелкаизсемействастрессовых и препарат белка HSP70, полученныйэтим способом / Дигтярь А. В., Корженевский Д. А., Луценко Е. В. [и др.], патентообладатели: Луценко С .В., Северин Е. С., Северин С. Е. – №2005109540/15; заявл. 05.04.05; опубл. 10.09.06.

2. Стародубова А. А. Біотехнологічний спосіб отримання та хроматографічна очистка білків теплового шоку : дипл. проект / А. А. Стародубова. – Харків: НТУ «ХПІ», 2016. – 90 с.

АНАЛІТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ВІТАМІНІВ У СКЛАДІ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ

Тимченко К.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В даний час активно розвивається особлива група харчових продуктів, яка випускається переважно для людей, що займаються спортом і фітнесом. Прийом спортивного харчування спрямований, в першу чергу, на підвищення сили і витривалості, збільшення обсягу м'язів, нормалізацію обміну речовин, досягнення оптимальної маси тіла і певних спортивних цілей.

Вітаміни підтримують високу працездатність спортсменів, підвищують ефективність тренувань, допомагають за короткий час відновитися після великих навантажень. Механізм їх роботи - підвищення активності ферментів, що впливають на багато процесів метаболізму, в тому числі на синтез білків. Продуктивним є прийом комбінованих вітамінів, при якому відбувається їх взаємодія і вплив на біохімічні процеси, на цьому принципі побудовані найефективніші комплекси.

Оптимальна форма лабораторного контролю якості спортивного харчування – планове регулярне спостереження за вмістом вітамінів. Найважливіша умова оптимізації діяльності лабораторної служби – наявність специфічних, чутливих, добре відтворюваних, доступних методик, атестованих органами стандартизації. Розробка швидких і високочутливих методів визначення вітамінів у складних, багатокomпонентних сумішах – головне питання при вирішенні поставленого завдання.

Перспективним є метод високоефективної рідинної хроматографії: він дозволяє одночасно розділяти, ідентифікувати і кількісно визначати різні вітаміни та їх біологічно активні форми. Кількісний аналіз вітамінів відбувається після їх екстракції в залежності від природи визначених вітамінів. Активно вивчаються параметри аналізу, оптимізація основних стадій пробопідготовки за допомогою факторного планування експерименту, методики одночасного визначення максимальної кількості вітамінів у комплексах спортивного харчування, хроматографічну поведінку вітамінів в сумішах з різною органічною матрицею. Актуальним є застосування як ізократичного (для жиророзчинних вітамінів), так і градієнтного (для водорозчинних вітамінів) режимів аналізу.

Таким чином, контроль якості вітамінів, розробка нових методик з використанням високоефективної рідинної хроматографії є перспективною діяльністю, яка реалізується для гарантованого підтвердження вимог і для задоволення очікувань від цієї групи товарів.

Література:

1. George F.M. Ball Vitamins In Foods: Analysis, Bioavailability, and Stability/George F.M. Ball. - CRC Press, 2005. – 824 p.

НИЗЬКОКАЛОРІЙНІ ПРОБІОТИЧНІ СПРЕДИ ЗІ ЗБАЛАНСОВАНИМ ЖИРНОКИСЛОТНИМ СКЛАДОМ

Ткаченко Н.А.¹, Некрасов П.О.², Касьянова А.Ю.¹

¹Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

²Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сьогодні на українському та світовому ринках широко представлені спреди, які відносять до комбінованих продуктів харчування. На ринках країн Євросоюзу спреди позиціонують як продукти здорового харчування. В Україні, на жаль, споживачі не розглядають спреди як основу здорового харчування, оскільки у процесі їх виробництва підприємства молокопереробної та олійно-жирової галузей часто використовують замітники молочного жиру, які містять підвищену кількість транс-ізомерів ненасичених жирних кислот (вище нормованих значень, які згідно з [1] не повинні перевищувати 8 %). Тому актуальним завданням сьогодення є розробка технологій та рецептур спредів профілактичного призначення зі збалансованим жирнокислотним складом із використанням рослинних олій.

Згідно концепції розвитку асортименту вершково-рослинних спредів, яка передбачає кілька пріоритетних напрямків [2], було науково обґрунтовано рецептури низькокалорійних спредів зі збалансованим жирнокислотним складом. Масову частку жиру у продуктах рекомендовано встановити 50 %. Регулювання жирнокислотного складу спредів передбачено за рахунок заміни 63...65 % молочного жиру сумішшю високоолеїнової соняшникової та гарбузової олій у співвідношенні (3,8...4,2):1,0. Для забезпечення необхідних структурно-механічних та реологічних властивостей готових продуктів, а також для покращення їх сенсорних характеристик, до рецептури спредів як стабілізатори структури були введені сухе знежирене молоко, вівсяне борошно для дитячого харчування та емульгатор PS 101 у оптимальних концентраціях (10, 2 та 1 % відповідно). Внесення до жирової фази продуктів великої кількості рідких рослинних олій знижує їх стійкість до окиснення. У зв'язку з цим запропоновано використовувати ефективну композицію антиокислювачів (вітамін А + вітамін Е), яка забезпечує стабільність жирової фази спредів протягом нормативного терміну зберігання – 20 діб за температури 0...5 °С. Пробиотичні властивості спредів обумовлені введенням до їх складу активізованих у знежиреному молоці монокультур *B. animalis* Bb-12.

Література:

1. ДСТУ 4445:2005 «Спреди та суміші жирів. Технічні умови». – Чинний від 01.07.2006. – К.: Держспоживстандарт України. 2007. – 18 с.
2. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд / Л.В. Ипатова, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев, В.А. Тутельян. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 396 с.

АКТИВАЦИЯ ПОРИСТЫХ ГРАФИТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ОКСИДАМИ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Тульская А.Г., Мардупенко А.А., Сенкевич И.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Активация инертного по своей природе пористого графита осуществлялась в две стадии. На первой стадии проводилась пропитка образца пористого графита ПГ-50 в растворе концентрированной нитратной кислоты в течение 10 минут с последующим прокаливанием в атмосфере азота при температуре 1100...1150 К. На второй стадии осуществлялось нанесение каталитически активного покрытия оксидами переходных металлов— RuO_2 , MoO_3 , WO_3 путем пропитки образца в растворе, содержащем соединение переходного металла, и последующего термического разложения. Преимуществами такого метода являются возможность регулирования состава композиционного покрытия, высокая стойкость в агрессивных средах, механическая прочность и высокая степень сцепления с основой, высокая электропроводность. Состав растворов для пропитки приведен в таблице.

Таблица – Состав растворов для нанесения каталитически активного покрытия пористого графита

Покрытие	Компоненты раствора	Содержание компонентов, (г·дм ⁻³)
RuO_2	$\text{Ru}(\text{OH})\text{Cl}_3$ HCl	130...150 30...36
MoO_3	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ NH_4OH	350...400 10...16
WO_3	$(\text{NH}_4)_2\text{WO}_4$ NH_4OH	350...400 10...16

После пропитки графитовый анод снова подвергают термическому разложению без доступа кислорода при температуре 500...600 К. Это позволяет получить в порах графита слой RuO_2 , MoO_3 или WO_3 , соответствующий раствору, в котором проводилась пропитка. Описанная методика активации пористого графита является перспективной для изготовления газодиффузионных графитовых электродов.

УДОСКОНАЛЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ІНТЕРЛЕЙКІНІВ

Усатенко Ю.С., Огурцов О.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Інтерлейкіни – група сполук, що входять до складу цитокінів, які продукуються клітинами імунної системи і отримали назву гормони клітин імунної системи. Вони необхідні для кооперації клітин імунної системи в реалізації етапів імунної відповіді. На даний час відомо декілька препаратів на основі інтерлейкінів. Виробляють препарати: з діючою речовиною ІЛ-1 («Беталейкин»), що надає імуностимулюючу і гемостимулюючу дію; ІЛ-2 («Ронколейкин»), імуностимулятор, що збільшує протибактеріальну, протівірусну, протигрибкову та протипухлинну імунну відповідь. З кожним роком зростає виробництво препаратів на основі цитокінів.

ІЛ-3 відноситься до родини гемопоетичних ростових факторів. Активація гену інтерлейкіни-3 спостерігається через 4 години після стимуляції клітини та триває декілька діб. ІЛ-3 разом з еритропоетином підтримує ріст та диференціювання клітин еритроїдного відростку. В той же час ІЛ-3 здатен регулювати ранню стадію диференціювання В-лімфоцитів, піддержувати ріст пре-В-клітин, а також посилювати секрецію IgG.

Нами запропонована удосконалена біотехнологічна схема, яка дозволяє отримувати рекомбінантний людський інтерлейкін-3 в стабільному штамі - продуцента з високим виходом, що дозволяє ефективно проводити очищення за іноваційною технологією. Для цієї мети використана нова конструкція експресійної плазмиди, що містить додатково промотор РНК- полімерази фага Т7 (Pt7), в штамі E. coli BL21 (DE3), в хромосомі якого міститься ген Т7-РНК-полімерази під контролем індукованого промотора P_{tac}. Рекомбінантною плазмідною р3РТУІЛ3 трансформують клітини штаму E.coli BL21, культивують отриманий штам E.coli BL21(DE3)/р3РТЕІЛ3, вирощені клітини руйнують в буферному розчині і віділяють білок rhIL3, шляхом тристадійної очистки: спочатку афінною хроматографією на смолі типу Chelating Sepharose Fast Flow (Amersham Biosciences), імобілізованою іонами Cu⁺², далі розчин інтерлейкіну наносять на катіонообмінну смолу та інтерлейкін елюють градієнтом розчинів (0,0 – 0,5 М Na Cl), в буфері 50мМ Na (CH₃ COO), рН 5,5; насамкінець очищення мономерної форми інтерлейкіну від залишків полімерних форм проводять на третій стадії очищення гель – фільтрацією на смолі типу Superdex 75. Таким чином, запропоновано вдосконалення біотехнологічної схеми одержання ІЛ-3. Запропонований спосіб отримання інтерлейкіну-3, приводить до зниження алергічної дії препарату, підвищення ступеня чистоти продукту і збільшення виходу продукту.

Література:

1. Усатенко Ю.С. Біотехнологія удосконалення одержання цитокінів: дипл.проект, керівник проф. Краснопольський Ю.М. / Ю.С. Усатенко. – Харків: НТУ «ХПІ», 2016. – 80 с.
2. Біотехнологія / під ред. А.А. Басва. – М.: Наука, 1984.

РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ ХЛІБУ ДЛЯ ВЕГЕТАРІАНЦІВ ТА ВЕГАНІВ

Чала Н.В., Белінська А.П.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Хлібобулочні вироби – основні продукти харчування, що містять необхідні для нормальної життєдіяльності людини харчові речовини, серед яких білки, вуглеводи, ліпіди, вітаміни, мінеральні речовини і харчові волокна. Ці продукти харчування характеризуються високою енергетичною цінністю, легким перетравленням та гарним засвоєнням.

У наш час все більше людей становляться вегетаріанцями та веганами. Деякі з ідеологічних міркувань, інші – оскільки вважають, що вегетаріанство (веганство) корисне для здоров'я.

Проаналізувавши їх раціон харчування, була визначена нестача вітамінів В₁₂ (ціанкобаламін), В₂ (рибофлавін), А (ретинол), D (кальциферол), α -ліноленової поліненасиченої жирної кислоти (ПНЖК), кальцію, заліза, а також нестача білка і деяких амінокислот.

Метою роботи була розробка рецептури хлібу для вегетаріанців та веганів, який має ліквідувати нестачу ряду незамінних нутрієнтів.

Одним з компонентом хлібу обрано вітамін В₁₂, єдиним джерелом якого є тваринні тканини (печінка, нирки), які вегетаріанці (вегани) не вживають. Він необхідний, так як відіграє важливу роль в регуляції функції кровотворних органів, необхідний для регенерації фолієвої кислоти при формуванні еритроцитів і оболонки нервових клітин, бере участь в реакціях утворення ДНК.

Обґрунтовано додавання до продукту ω -3 ПНЖК. Її основним харчовим джерелом є риба, морепродукти та насіння льону. Вегетаріанці відмовились від вживання будь-якої плоті, а вегани відмовились також від продуктів тваринного походження, тому до хлібу слід додати насіння льону. Воно має протизапальну властивість, покращує роботу серця, є головною складовою для розвитку і належного функціонування мозку, знижує холестерин в крові, є дуже важливим і незамінним провідником енергії, підтримує імунітет, зберігає судини еластичними, зменшує в'язкість крові, що сприяє нормалізації тиску, зменшує ризик утворення тромбів.

Важливою складовою розробленого оздоровчого продукту є підвищений вміст незамінних амінокислот, таких як лізин і треонін. Вони входять до складу практично будь-яких білків, необхідні для росту, відновлення тканин, виробництва антитіл, гормонів, ферментів. Допмагають роботі печінки, є структурним елементом простих пептидів.

Розроблена рецептура дозволить створити новий вид хлібу, який не має аналогів в Україні і, безсумнівно, буде користуватися популярністю не тільки у цільової аудиторії, а й у іншій частини населення.

Література:

1. Марголина А. Вегетарианство и здоров'я / А. Марголина // Наука и жизнь. – №4. – 2010. – С. 23–29.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ З АПЕЛЬСИНОВО-ШИПШИНОВИМ СИРОПОМ

Черевична Н.І.

*Харківський державний університет харчування та торгівлі,
м. Харків*

Основними напрямками створення продуктів здорового харчування, у тому числі й кондитерських, є використання інгредієнтів, багатих біологічно-активними речовинами, для збагачення ними борошняних кондитерських виробів.

Нами запропоновано технологію бісквітного рулету з використанням в якості функціональної добавки апельсиново-шипшинового сиропу (АШС), в рецептуру якого входить сироп з плодів шипшини, який є комплексом біологічно активних речовин. Завдяки цьому він володіє адаптогенними, метаболічними, біостимулюючими, загально-тонізуючими властивостями, стимулює апетит. Фармакологічна активність обумовлена вмістом сапонінових глікозидів, ефірних олій, стеролів, пектинів, вітамінів та мінеральних речовин. У рецептуру апельсиново-шипшинового сиропу входить: цедра апельсина, цукор, шипшиновий сироп, розчин лимонної кислоти.

Апельсиново-шипшиновий сироп можна додавати безпосередньо в бісквітне тісто під час виготовлення рулетів, тортів і тістечок або застосовувати для просочення випеченого напівфабрикату. Він також гармонійно поєднується за смаком з деякими начинками та наповнювачами борошняних виробів (масляним, вершковим, білковим кремами, фруктовою начинкою, желе тощо).

На підставі проведених досліджень виявлено, що внесення сиропу в яєчно-цукрову суміш в кількості 10...15% до маси яєць сприяє отриманню піни з більш рівномірною дрібнопористою високодисперсною структурою, яка не руйнується протягом тривалого часу. Використання дослідної добавки є підставою для скорочення тривалості збивання яєчно-цукрової суміші практично в 2 рази без погіршення характеристик піни.

Також за умов введення АШС спостерігається зменшення втрат маси під час випікання заготовок на 10...18%, знижується упік і величина усихання, а також зниження масової частки вологи напівфабрикату. Поліпшення технологічних властивостей збитої яєчно-цукрової суміші та бісквітного тіста обумовлене вмістом в сиропі водорозчинних глікозидів, які покращують піноутворення, і пектинів, що стабілізують структуру тіста і підвищують структурно-механічні властивості готових виробів.

Розроблені бісквітні рулети з використанням АШС за органолептичними, фізико-хімічними, структурно-механічними та мікробіологічними показниками не поступається традиційним. Додавання АШС сприяє також зниженню втрати вологи після 72-год зберігання практично на 25,0%, що свідчить про утримання компонентами сиропу додаткової кількості води в системі та уповільнення процесів черствіння випечених виробів. Удосконалення технології бісквітних рулетів з АШС забезпечить конкурентоспроможність цих виробів на ринку борошняної кондитерської продукції за рахунок підвищення харчової цінності готових виробів та надання їм функціональних властивостей.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЛЕЦИТИНУ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Черкашина В.Є., Бєлінська А.П.

***Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків***

Лецитин – складний ефір аміноспирту холіну і діглицеридфосфорних кислот; є найважливішим представником фосфоліпідів. При розщепленні лецитину утворюються жирні кислоти, глицерофосфорна кислота і холін. Лецитин отримують з соєвої, соняшникової або ріпакової олій при низькотемпературній обробці. У природі лецитин міститься у всіх без винятку тваринних і рослинних тканинах і майже у всіх рідинах тваринного організму; особливо його багато в мозку, нервовій тканині, яєчному жовтку, ікрі, спермі. Він є структурним компонентом біліпідної клітинної оболонки, яка забезпечує гомеостаз клітини [1].

Лецитин знаходить широке застосування в різних галузях промисловості. У харчовій промисловості він може використовуватися як емульгатор, стабілізатор, вологоутримуючий агент і антиоксидант. Застосовують його у виробництві розчинних молочних і рослинних продуктів, маргарину, готової глазурі. Поверхнево активні властивості лецитину використовуються при виготовленні жирів для смаження та аерозольних покриттів. Також він може виступати в ролі антиоксиданту, тобто речовини, що перешкоджає окисленню. У нехарчових напрямках лецитин використовується як компонент жирових фарб, вінілових покриттів і косметичних засобів. Також лецитин є діючою речовиною так званих гепатопротекторів – препаратів, яким приписується здатність відновлювати і захищати тканини печінки. На основі лецитину виробляються препарати «Есенціале Форте» і ряд біологічно активних добавок [2].

Метою роботи є розробка харчових продуктів оздоровчого призначення, які містять лецитин у фізіологічно обґрунтованих концентраціях. У результаті дослідження проаналізовано вміст лецитину в харчових продуктах та запропоноване використання інкапсульованого лецитину у фізіологічно обґрунтованих концентраціях у складі таких продуктів харчування як салатні олії оздоровчого призначення, сухі молочні суміші, молочні сирки, хліб, каші та соки. Внаслідок цього дані продукти мають забезпечувати людину у добовій потребі лецитину. Розроблені продукти будуть мати виражені антиоксидантні властивості, крім того, процесів ретроградації крохмалю в них будуть уповільнені, за рахунок чого збільшиться їх термін придатності.

Література:

1. Zeisel, S.H., et al. Choline, phosphatidylcholine, and sphingomyelin in human and bovine milk and infant formulas. / J Nutr. – 1986. – 116:50-58.
2. Institute of Medicine Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. / The National Academies Press, Washington, D.C. – 2002. – № 8.

ЗБАГАЧЕННЯ СУХИХ НАПОЇВ БІОЛОГІЧНО-АКТИВНИМИ ЕКСТРАКТАМИ З ВИЧАВОК ВИНОГРАДУ

Чумак О.П., Костюкевич А.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Одним з найбільш перспективних джерел природних антиоксидантів є виноград, який містить кілька класів поліфенолів: антоціани, фенолокіслоти, флавоноли, лейкоціанідини, катехіни і їх олігомери проантоціанідини, так звані таніни. Тому застосування екстракту винограду в якості біологічно активної добавки при виробництві сухих напоїв актуально і перспективно.

Метою науково-дослідницької роботи була розробка рецептур і технології виробництва сухих напоїв з використанням біологічно активного екстракту винограду.

Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні завдання:

- обґрунтування вибору сировини для отримання біологічно активного екстракту винограду;
- встановлення параметрів екстракції поліфенолів винограду;
- обґрунтування перспективності застосування отриманого екстракту в складі сухих напоїв.

На підставі комплексних фізико-хімічних досліджень (визначення гідромодуля, температури і тривалості екстракції, виду екстрагента і попередньої обробки сировини) встановлено технологічно обґрунтовані параметри екстракції поліфенолів з вичавок винограду *Vitis Vinifera* сорту Ізабелла.

Розроблено технологію отримання біологічно активних екстрактів винограду для отримання сухих напоїв. Виробництво таких напоїв в Україні мало розвинено, тому для виробників галузі безалкогольних напоїв це буде цікаво.

С науково-дослідній роботі використовувались сучасні методи аналізу, а саме кількісне визначення антоціанів і флавоноїдів проводилося спектрофотометричним методом; визначення масової концентрації фенольних речовин – колориметричним методом (методом Фоліна-Чокальтеу); визначення вмісту барвників – фотометричним методом.

Література:

1. Бондакова (Кривченкова) М.В. Совершенствование способов извлечения биологически активных веществ фенольной природы из растительного сырья [Текст] / М.В. Бондакова (Кривченкова), С.Н. Бутова // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2012. – №4. – С. 56-58.
2. Мальцев П.М. Технология безалкогольных и слабоалкогольных напитков / П.М. Мальцев, М.В. Зазирина. – М.: Пищевая промышленность, 1970. – 356 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОЛІЇ З НАСІННЯ РІПИ

Чумак О.П., Круть Т.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Поряд з іншими рослинними оліями, які широко використовуються в світі, як харчові рослини, олії можна добувати із нетрадиційної сировини – гарбузів, кавунів, ріпи тощо. На земній кулі нема такого континенту, де б не вирощували ріпу. Чотири тисячі років служить людині цей невибагливий, корисний овоч. Ріпа була присутня в щоденному раціоні. Їли її сирого і готували з неї силу-силенну наїдків: варили, парили, квасили на зразок капусти, робили з неї варення, квас, інші напої і начинку для пирогів. Та, на жаль, більшість цих рецептів призабулася, і сама ріпа вже не оточена колишнім ореолом слави.

Насіння ріпи утворюються в квітконосних пагонах надземної частини. Про їх користь згадується в джерелах східної медицини.

Сьогодні в деяких сільсько-господарських господарствах використовують ріпу при сівозміні.

В науковій літературі майже немає відомостей про склад та фізико-хімічні властивості олії з насіння ріпи.

Мета науково-дослідної роботи – провести аналіз зразку олії з насіння ріпи та визначити шляхи її використання.

Визначено фізико-хімічні показники: колір, запах, прозорість, коефіцієнт заломлення, густина, кислотне число, число омилення, йодне число, пероксидне число. Ці показники визначали за стандартними методами. Також визначено вміст фосфоліпідів. Проведено гідратацію олії, та водно-спирто-гліцеринову нейтралізацію. Розраховано кількість відходів і втрат при застосуванні такої нейтралізації.

Вихідна олія має світло-жовте забарвлення, злегка каламутна, має специфічний запах редиски.

Визначено жирно-кислотний та гліцеридний склад олії. Слід відзначити, що згідно жирно-кислотного складу, в олії з насіння ріпи міститься майже 16 % ерукової кислоти. Це дає широку можливість використання олії з насіння ріпи для виробництва біодизелю, як відновлюємої сировини.

Література:

1. Лисицын А. Состав и свойства масел, содержащихся в семенах овощных культур // Олійно-жировий комплекс. – 2005. – № 3. – С. 69 – 71.
2. Макеев А.М. Комплексное масло и полноценный белок из трехкомпонентного растительного сырья / А.М. Макеев, А.И. Кремер, А.Н. Рубинштейн, П.П. Бабенко // Масложировая промышленность. – 2002. – № 4. – С. 22 – 23.

ЩОДО ОТРИМАННЯ ПЕКТИНОВИХ РЕЧОВИН З ВИНОГРАДНИХ ВИЧАВОК

Чумак О.П., Михайлова М.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Пектинові речовини – це складні колоїдні структурні полісахариди, які складаються з полімерів галактуронової кислоти з пентозними і гексозними відгалуженнями. В рослинах вони містяться у вигляді нерозчинного протопектину в міжклітинній речовині і матриці клітинної стінки, а також у вигляді розчинного пектину в соку овочів і фруктів. Нерозчинний протопектин переходить у розчинний пектин при дозріванні плодів під дією розчинів кислот або ферменту протопектинази.

До групи пектинових речовин, крім протопектину і пектину, відносять також пектову кислоту та її солі (пектати), пектинову кислоту та її солі (пектинати). Характерна і важлива властивість розчинного пектину, пектатів та пектинатів це є здатність утворювати гелі в присутності цукру (65 – 70 % розчин) та кислоти (рН 3,1 – 3,5). Вміст пектину в гелях лежить в межах 0,2 – 1,5 %.

Властивість пектинових речовин утворювати гелі широко використовується в кондитерському виробництві при виготовленні желе, мармеладу, джемів, пастили, фруктових начинок для цукерок.

В науковій літературі розглянуто ряд способів отримання пектину з різної сировини, найчастіше для отримання пектину використовуються яблучні вичавки.

В науково-дослідній роботі розглянуто можливість отримання пектинових речовин з вичавок винограду *Vitis Vinifera* сорту Ізабелла. Суть методу полягає в тому, що виноградні вичавки двічі екстрагуються, спочатку водою, а потім екстрактом. Вода не володіє по відношенню до пектинових речовин гідролізуючою здатністю, тому вилучаються з сировини тільки ті речовини, котрі знаходяться в ній у водорозчинній формі. На цій стадії в екстракт переходять такі речовини, як моно- та олігосахариди, забарвлюючі речовини (при використанні вичавок з темних сортів винограду) та органічні кислоти, в тому числі і винна. На другій стадії виноградні вичавки вже обробляються отриманим екстрактом. На цій стадії відбувається інтенсивний гідроліз протопектину за рахунок гідролізуючої дії власних кислот виноградних вичавок та кислот, доданих до складу екстракту. Тверда фаза майже не містить розчинних речовин, що дозволяє зробити висновок про зменшення втрат пектину у порівнянні з поширеними методиками вилучення пектинових речовин

Запропонована технологія одержання пектину з виноградних вичавок дозволить спростити технологію та знизити енергозатрати.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ БІОЛОГІЧНО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН ІЗ КАЛУСНОЇ ТКАНИНИ КАЛЕНДУЛИ ЛІКАРСЬКОЇ

Яремінець Н.С., Бєлих І.А., Огурцов О.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Широким спектром своїх лікувальних властивостей календула лікарська зобов'язана біологічно-активним речовинам (БАР), які містяться в її складі. Головна з них – календен. В квітках містяться органічні кислоти (яблучна, пентадецілова, саліцилова), смоли, каротиноїди, флавоноїди, фітонциди, глікозиди, дубильні речовини, сапоніни, вітаміни, макро- та мікроелементи. Терпкий аромат рослини обумовлюється наявністю ефірного масла. Завдяки БАР препарати з календули мають сильну фармакологічну активність та знайшли широке застосування в офіційній медицині [1].

На основі проведеного літературного пошуку нами запропоновано одержувати калусну тканину з пилкових зерен календули лікарської роду *Calendula officinalis*, оскільки саме в квітках цієї рослини накопичується велика кількість БАР, з подальшим її культивуванням у суспензійному середовищі в періодичному режимі. Калусні клітини *in vitro* зберігають фізіологічні та біохімічні властивості, а також здатність до синтезу вторинних метаболітів на рівні нормальних клітин [2].

Вирощування калусної тканини з квіток календули проводилося в суспензійному середовищі в періодичному режимі. Робота з підготовки калусних тканин зводилася до накопичення в умовах мікробіологічної стерильності біомаси в кількості, необхідній для початку процесу культивування [3]. Основними стадіями виробництва БАР з калусної тканини календули є: одержання калусної тканини в лабораторних умовах; культивування калусної тканини в біореакторі; відділення калусної культури від культуральної рідини; очищення; сушка; екстракція БАР із готової біомаси 70 % етанолом. Екстракцію проводять послідовно в двох перколяторах. Віджим з шроту додають до напівфабрикату настоянки, який далі відстоюють у холодильній камері та фільтрують на рамному фільтр-пресі [3].

Таким чином, запропонована зміна в технології одержання БАР із калусної тканини календули лікарської роду *Calendula officinalis* для подальшого їх використання у виробництві лікарських засобів, дозволила значно збільшити вихід БАР (у порівнянні з квітами календули) та зменшити економічні та фізичні затрати.

Література:

1. Ковальов В.М. Фармакогнозія з основами біохімії рослин / В.М. Ковальов, О.І. Павлій, Т.І. Ісакова. – Харків : НФаУ, 2004 – 704 с.
2. Цыренов В.Ж. Основы биотехнологии: Культивирование изолированных клеток и тканей растений. Часть 2. Учебно-методическое пособие. / В.Ж. Цыренов. – Улан-Удэ : ВСГТУ, 2003. – 57 с.
3. Яремінець Н.С. Розробка лікарських засобів на основі календули: дипл. проект / Н.С. Яремінець. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – 92 с.

Наукове видання

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ:
НАУКА, ТЕХНІКА, ТЕХНОЛОГІЯ, ОСВІТА, ЗДОРОВ'Я**

**Тези доповідей
XXV МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
MicroCAD-2017**

**У чотирьох частинах
Ч. II.**

Укладач

проф. Лісачук Г.В.

Відповідальний секретар

Кубрак К.М.

Формат 60×86 /16. Ум. друк. арк. 19.4 Наклад 100 прим.

Надруковано у ТОВ «Планета – Принт»
61002, м. Харків, вул. Багалія, 16
Свідоцтво № 24800170000040432 від 21.03.2001 р.